



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**PROYEK AKHIR - VE 180626**

**PENGENDALIAN PH PADA KEBUN HIDROPONIK  
*NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)***

Noval Niko Harmanto  
NRP 10311600000043

Dosen Pembimbing  
Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.  
Fauzi Imaduddin Adhim, S.ST., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



***FINAL PROJECT - VE 180626***

***PH CONTROL IN HIDROPONIC NUTRIENT FILM  
TECHNIQUE (NFT) GARDENS***

Noval Niko Harmanto  
NRP 10311600000043

***Supervisors***

Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.  
Fauzi Imaduddin Adhim, S.ST., M.T.

***ELECTRICAL AND AUTOMATION ENGINEERING DEPARTMENT  
Vocational Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019***

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

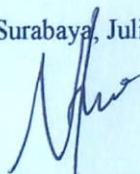
## **PERNYATAAN KEASLIAN PROYEK AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Proyek Akhir saya dengan judul "Pengendalian pH Pada Kebun Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT)" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2019



Noval Niko Harmanto  
NRP 10311600000043

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PENGENDALIAN PH PADA KEBUN HIDROPONIK  
NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)**

**PROYEK AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik  
Pada  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.  
NIP. 19621005 199003 1 003

Fauzi Imaduddin Adhim, S.ST., M.T.  
NPP. 1991201711057

**SURABAYA  
JULI, 2019**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



## **PENGENDALIAN PH PADA KEBUN HIDROPONIK NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)**

**Nama** : Noval Niko Harmanto  
**NRP** : 10311600000043  
**Pembimbing 1** : Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng  
**NIP** : 19621005 199003 1 003  
**Pembimbing 2** : Fauzi Imaduddin Adhim, S.ST., M.T.  
**NPP** : 1991201711057

### **ABSTRAK**

Keterbatasan lahan pertanian pada perkotaan padat penduduk adalah alasan berkembangnya perkebunan hidroponik. Sistem hidroponik secara otomatis yang dapat dikendalikan dari jarak jauh merupakan keinginan pemilik salah satu kebun hidroponik di Surabaya, yang merupakan tempat magang saya. Menstabilkan pH air kebun hidroponik dengan cairan *buffer solution* merupakan salah satu penunjang keberhasilan penanaman sistem hidroponik. Banyaknya cairan *buffer solution* yang diberikan juga harus memperhatikan volume air pada saat itu.

Pengendalian kadar pH air dilakukan ketika pemilik kebun memberikan nilai *setpoint* sesuai dengan yang diinginkan. Setelah mendapatkan nilai *setpoint* sensor pH dan sensor *wirewound* akan melakukan pembacaan nilai pH dan volume air pada saat itu. Kemudian mikrokontroler STM32 F446RE NUCLEO menentukan kebutuhan cairan *buffer* yang dibutuhkan agar dapat mencapai nilai *setpoint*. Sehingga mikrokontroler STM32 F446RE NUCLEO memerintahkan aktuator agar melakukan penambahan cairan *buffer* ke dalam bak penampung air. Pada tahap akhir kadar pH air terbaru akan dibaca oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD 20×4.

Hasil dari alat pengendalian pH pada Kebun Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) telah memiliki tingkat keberhasilan lebih dari 80% dan dapat merubah nilai pH air yang digunakan menjadi bernilai 5,5-6,5 sesuai dengan kondisi ideal pH untuk semua jenis tanaman. Penentuan volume cairan *buffer solution* juga tidak lepas dari banyaknya volume air yang akan dikendalikan.

**Kata Kunci** : pH, *Buffer Solution*, *Setpoint*, *Wirewound*, STM32 F446RE NUCLEO

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## ***PH CONTROL IN HIDROPONIC NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) GARDENS***

**Name** : Noval Niko Harmanto  
**Registration Number** : 1031160000043  
**Supervisor 1** : Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng  
**ID Number** : 19621005 199003 1 003  
**Supervisor 2** : Fauzi Imaduddin Adhim, S.ST., M.T.  
**ID Number** : 1991201711057

### ***ABSTRACT***

*The limitation of agricultural land in dense residential areas is the reason for the development of hydroponic plantations. The automatic hydroponic system that can be moved remotely is the owner of the hydroponic Surabaya, which is my place of internship. Stabilizing the pH of hydroponic garden air with a buffer solution is one of the supporting factors for the hydroponic system. The amount of liquid buffer solution given must also pay attention to the air volume at that time.*

*Water pH level control is carried out by compiling the garden owner to provide the setpoint value that is desired. After getting the pH sensor setpoint value and the wirewound sensor, it will read the pH value and air volume at that time. Then the STM32 F446RE NUCLEO microcontroller determines the buffer fluid requirements needed to reach the setpoint value. Can use the STM32 F446RE NUCLEO microcontroller to activate the actuator so that it can drain the buffer liquid into the air reservoir. At the latest final pH the water will be read by the microcontroller and read on a 20 × 4 LCD.*

*The results of the pH controller at the Hydroponic Nutrient Film Technique (NFT) have had a success rate of more than 80% and can change the air pH value used to a value of 5.5-6.5 according to the ideal pH conditions for all types of plants. Determination of the volume of buffer solution is also inseparable from the volume of air to be controlled.*

**Keyword** : pH, Buffer Solution, Setpoint, Wirewound, STM32 F446RE NUCLEO

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Proyek Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Program Studi Komputer Kontrol, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul: **“PENGENDALIAN PH PADA KEBUN HIDROPONIK NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)”**.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng. dan Bapak Fauzi Imaduddin Adhim, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini, Staff/Karyawan/Dosen Departemen Teknik Elektro Otomasi, Orang tua yang saya sayangi serta adik-adik dan juga sahabat dekat yang telah memberikan dukungan moral dan spiritual. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Proyek Akhir ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk memperbaiki kekurangan dalam Proyek Akhir ini. Akhir kata semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# DAFTAR ISI

## HALAMAN

SAMPUL LUAR.....	i
SAMPUL DALAM.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Sistematika Laporan .....	2
1.5 Relevansi .....	3
BAB II TEORI DASAR.....	5
2.1 Teori Asam Basa .....	5
2.2 Teori pH .....	5
2.3 Hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i> (NFT) .....	6
2.4 Sensor pH .....	6
2.5 <i>Wirewound Rotary Potentiometers</i> .....	8
2.6 Pompa Peristaltik .....	8
2.7 <i>Liquid Cristal Display</i> .....	9
2.8 STM32 F446RE NUCLEO .....	10
2.9 Atollic TrueStudio .....	11
2.10 <i>Relay</i> .....	12
2.11 <i>Buffer Solution</i> .....	13
BAB III PERANCANGAN ALAT .....	15
3.1 Perancangan Mekanik .....	15
3.1.1 Perancangan <i>Box Control</i> .....	15
3.1.2 Perancangan <i>Plant</i> Kebun Hidroponik.....	19
3.2 Perancangan Elektrik.....	21
3.2.1 Koneksi Sensor pH dan <i>Wirewound</i> .....	22
3.2.2 Koneksi <i>Relay</i> .....	23
3.2.3 Koneksi Modul <i>Buck Converter</i> .....	24
3.2.4 Koneksi LCD 20 × 4 .....	25

3.2.5	Pembuatan PCB ( <i>Print Circuit Board</i> ).....	26
3.3	Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	29
3.3.1.	Perancangan Pembacaan Sensor.....	30
3.3.2.	Pemberian Cairan <i>Buffer</i> dengan Motor Peristaltik	31
3.3.3.	Menampilkan Data pada LCD 20×4.....	32
BAB IV	PENGUKURAN DAN PENGUJIAN .....	33
4.1	Pengujian Ketepatan Pembacaan Sensor pH .....	34
4.2	Pengujian Ketepatan Sensor <i>Wirewound</i> .....	36
4.3	Pengujian Motor Peristaltik .....	38
4.4	Pengujian LCD 20 × 4 .....	40
4.5	Pengujian dengan Air Pegunungan.....	41
4.6	Pengujian dengan Air Mineral.....	45
4.7	Pengujian dengan Air PDAM Surabaya .....	49
4.8	Pengujian dengan Air Pembuangan Pendingin Ruangan...	54
4.9	Pengujian dengan Air Distilasi ( <i>Aquades</i> ) .....	58
BAB V	PENUTUP .....	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran .....	65
DAFTAR	PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN	.....	A-1
DAFTAR	RIWAYAT HIDUP .....	69



## DAFTAR GAMBAR

## HALAMAN

Gambar 2. 1 Hidroponik dengan Sistem NFT .....	6
Gambar 2. 2 Sensor pH (SKU:SEN0169) .....	7
Gambar 2. 3 <i>Wirewound Rotary Potentiometers</i> .....	8
Gambar 2. 4 Pompa Peristaltik .....	9
Gambar 2. 5 LCD ( <i>Liquid Cristal Display</i> ).....	10
Gambar 2. 6 STM32 Nucleo-64 .....	11
Gambar 2. 7 Tampilan <i>Software</i> Atollic TrueStudio.....	12
Gambar 2. 8 Bentuk Fisik dan Simbol <i>Relay</i> .....	12
Gambar 3. 1 Bentuk Fisik dari Proyek Akhir .....	15
Gambar 3. 2 Desain <i>Box Control</i> .....	16
Gambar 3. 3 Ukuran Desain <i>Box Control</i> Bagian Depan .....	17
Gambar 3. 4 Ukuran Desain <i>Box Control</i> Bagian Belakang .....	17
Gambar 3. 5 Ukuran Desain <i>Box Control</i> Bagian Atas .....	18
Gambar 3. 6 Ukuran Desain <i>Box Control</i> Bagian Bawah .....	18
Gambar 3. 7 Ukuran Desain <i>Box Control</i> Bagian Samping .....	18
Gambar 3. 8 Ukuran Desain <i>Box Control</i> Bagian Sekat.....	19
Gambar 3. 9 Desain <i>Plant</i> Kebun Hidroponik.....	20
Gambar 3. 10 Ukuran Desain <i>Line</i> Tanaman Hidroponik .....	20
Gambar 3. 11 Ukuran Desain Tandon Air .....	21
Gambar 3. 12 Diagram Fungsional Pengendalian pH .....	22
Gambar 3. 13 Koneksi STM32 ke Sensor pH dan <i>Wirewound</i> ...	23
Gambar 3. 14 Koneksi <i>Relay</i> Dengan Motor Peristaltik .....	24
Gambar 3. 15 Koneksi <i>Buck Converter</i> .....	25
Gambar 3. 16 Koneksi LCD 20 × 4.....	26
Gambar 3. 17 Hasil Desain PCB 1 .....	27
Gambar 3. 18 Hasil Desain PCB 2 .....	28
Gambar 3. 19 <i>Flowchart</i> Sistem Kerja <i>Software</i> .....	29
Gambar 3. 20 <i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor.....	30
Gambar 3. 21 <i>Flowchart</i> Pengendalian Motor Peristaltik .....	31
Gambar 3. 22 <i>Flowchart</i> Penampilan Data pada LCD 20 × 4.....	32
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Mekanik .....	33
Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Elektrik.....	33
Gambar 4. 3 Program Pembacaan Sensor pH.....	34
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor pH.....	35
Gambar 4. 5 Program Pembacaan Ketinggian.....	36
Gambar 4. 6 Pengujian Sensor <i>Wirewound</i> .....	37

Gambar 4. 7 Pengujian Motor Peristaltik .....	39
Gambar 4. 8 Persamaan Linier Hasil Pengukuran Motor Peristaltik .....	40
Gambar 4. 9 Pengujian Penampilan Karakter pada LCD $20 \times 4$ .	40
Gambar 4. 10 Pengujian Tampilan Kondisi Awal pada LCD $20 \times 4$ .....	41
Gambar 4. 11 Pengujian Tampilan Pembacaan Sensor pada LCD $20 \times 4$ .....	41
Gambar 4. 12 Program Pengujian Air Pegunungan .....	45
Gambar 4. 13 Program Pengujian Air Mineral .....	49
Gambar 4. 14 Program Pengujian Air PDAM Surabaya .....	53
Gambar 4. 15 Program Pengujian Air Pembuangan Pendingin Ruangan .....	58
Gambar 4. 16 Program Pengujian Air Distilasi .....	62

## DAFTAR TABEL

### HALAMAN

Tabel 3. 1 Komponen-Komponen pada <i>Box Control</i> .....	16
Tabel 3. 2 Keterangan Koneksi dari Sensor pH dan <i>Wirewound</i> .....	23
Tabel 3. 3 Koneksi Kaki-Kaki <i>Relay</i> .....	24
Tabel 3. 4 Koneksi LCD 20 × 4 dengan I2C .....	26
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Sensor pH.....	35
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Sensor <i>Wirewound</i> dalam Liter .....	37
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Motor Peristaltik.....	39
Tabel 4. 4 Pemberian Cairan <i>Buffer</i> Menggunakan Air Pegunungan .....	42
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Pegunungan .....	45
Tabel 4. 6 Pemberian Cairan <i>Buffer</i> Menggunakan Air Mineral .....	46
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Mineral .....	49
Tabel 4. 8 Pemberian Cairan <i>Buffer</i> Menggunakan Air PDAM.....	50
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air PDAM Surabaya .....	54
Tabel 4. 10 Pemberian Cairan <i>Buffer</i> Menggunakan Air Pembuangan Pendingin Ruangan.....	55
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Pembuangan Pendingin Ruangan.....	58
Tabel 4. 12 Pemberian Cairan <i>Buffer</i> Menggunakan Air Distilasi ...	59
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Distilasi.....	62
Tabel 4. 14 Perubahan pH Terhadap Kondisi Awal Air.....	63

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Keterbatasan lahan pertanian membuat ilmu pada bidang pertanian meningkat dan memunculkan inovasi-inovasi pada bidang pertanian. Salah satunya dengan adanya budidaya sistem hidroponik. Hidroponik berasal dari bahasa Yunani ialah *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang artinya adalah daya. Hidroponik pula dikenal sebagai *soilless culture* atau budidaya tanaman tidak menggunakan tanah. Maka hidroponik berarti budidaya tanaman yang menggunakan air dan tanpa memanfaatkan tanah untuk media tanam atau *soilless*. Hidroponik merupakan solusi yang tepat guna meningkatkan hasil perkebunan pada kota-kota besar seperti pada kota Surabaya. Kehadiran metode bercocok tanam menggunakan Hidroponik menambah ragam pertanian modern yang telah berkembang saat ini.

Salah satu perkebunan hidroponik yang sedang berkembang di Surabaya merupakan tempat magang saya. Pada perkebunan tersebut segala sesuatunya masih dilakukan secara manual oleh para karyawan. Sehingga pemilik kebun hidroponik belum mendapatkan hasil yang maksimal. Dengan begitu saya sebagai mahasiswa Teknik Elektro Otomasi - ITS membantu dalam pembuatan sistem hidroponik secara otomatis. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan hasil panen dari kebun hidroponik tersebut.

Salah satu metode yang digunakan dalam sistem tanam hidroponik adalah metode NFT atau *Nutrient Film Technique*. Metode hidroponik NFT adalah metode yang paling populer diantara metode hidroponik lainnya. Pada NFT air bersirkulasi selama 24 jam terus-menerus agar perakaran selalu mendapatkan air nutrisi sehingga memberikan limpahan oksigen kepada akar tanaman sehingga baik untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi yang diberikan pada tanaman erat kaitannya dengan pH air atau derajat keasaman air. Di mana pH air akan mempengaruhi daya larut unsur hara pada tanaman yang berakibat pada kualitas kesuburan tumbuh dan kembang tanaman tersebut. Menurut Suhardiyanto (2010), nilai pH harus diupayakan bertahan pada nilai 5,5 hingga 6,5 menyesuaikan dengan tanaman yang dibudidayakan. Menurut Morgan (1999), nilai pH untuk larutan hara pada budidaya selada hidroponik selada dipertahankan antara 5,6 hingga 6. Menurut Tina Erawati (2004) kisaran pH yang baik antara

5,5 hingga 6,5 dan optimal sekitar 6. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dipertahankan nilai pH sebesar 5,5 hingga 6,5 atau *setpointnya* 5,8 untuk budidaya pada kebun hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT).

Dalam pengendalian nilai pH yang dipertahankan, penelitian ini menggunakan cairan *buffer solution*. Untuk menentukan cairan *buffer* yang dibutuhkan, erat kaitannya dengan pengaruh volume air pada saat itu. Pada proses ini dilakukan secara otomatis oleh sebuah mikrokontroler STM32 F446RE NUCLEO yang dapat menerima dan memproses data. sehingga pengendalian pH dengan cairan *buffer solution* secara otomatis dapat mempermudah pemilik kebun hidroponik dalam meningkatkan hasil perkebunannya.

## **1.2 Permasalahan**

Permasalahan yang dibahas dalam Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. pH pada air kebun hidroponik yang belum terkendali dengan baik.
2. Pemberian cairan *buffer solution* yang tidak memperhatikan volume air pada tandon.

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dalam penyelesaian Proyek Akhir ini adalah:

1. Mampu mengetahui cara mengendalikan kadar pH air dalam kebun hidroponik dengan memperhatikan volume air pada bak penampung air.
2. Mampu mengetahui cara pemberian cairan *buffer solution* berdasarkan persamaan.
3. Mengetahui jenis air yang tepat untuk kebun hidroponik.

## **1.4 Sistematika Laporan**

Untuk pembahasan lebih lanjut, laporan Proyek Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

### **Bab I PENDAHULUAN**

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, sistematika laporan, metodologi, serta relevansi Proyek Akhir yang dibuat.

## **Bab II TEORI DASAR**

Menjelaskan tentang teori-teori dasar yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat yang dibuat.

## **Bab III PERANCANGAN ALAT**

Membahas perencanaan dan pembuatan tentang perencanaan dan pembuatan *hardware* yang meliputi desain mekanik dan perancangan *software* yang meliputi program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

## **Bab IV PENGUKURAN DAN PENGUJIAN**

Membahas pengukuran dan pengujian alat yang telah dibuat terhadap objek yang akan diuji.

## **Bab V PENUTUP**

Berisi penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari Proyek Akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

### **1.5 Relevansi**

Pada penyelesaian Proyek Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Menjadi referensi penelitian dimasa yang akan datang.
2. Menghasilkan modul untuk pengendalian pH air yang akurat guna meningkatkan hasil perkebunan pada kebun hidroponik.
3. Membantu CV. Panca Gourmet Nusantara dalam mengembangkan kebun hidroponik terutama dalam bidang teknologi otomasi.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



## BAB II TEORI DASAR

### 2.1 Teori Asam Basa [1]

Asam secara umum merupakan senyawa kimia yang bila dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan dengan pH lebih kecil dari 7. Asam dinyatakan sebagai suatu senyawa yang bila dilarutkan dalam air akan berdisosiasi dengan menghasilkan ion hidrogen  $[H^+]$  atau ion hidronium  $[H_3O^+]$  sebagai satu-satunya ion positif. Salah satu contoh larutan asam adalah  $CH_3COOH$ .  $CH_3COOH$  adalah suatu asam karena didalam larutannya dapat melepas ion hidrogen  $[H^+]$  menurut reaksi :



Definisi umum dari basa adalah senyawa kimia yang menyerap ion hidronium ketika dilarutkan dalam air. Istilah basa ditujukan untuk unsur atau senyawa kimia yang memiliki pH lebih dari 7. NaOH merupakan salah satu senyawa basa. NaOH didalam air dapat melepas ion hidroksil  $(OH^-)$  menurut reaksi :



### 2.2 Teori pH [1]

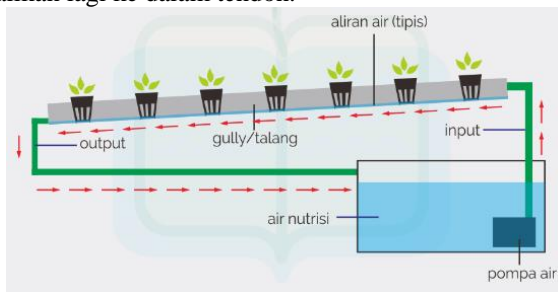
Konsep eksponen ion hidrogen (pH) diperkenalkan oleh *Sorrensen* (1909) dengan tujuan untuk menghindari kerumitan penulisan angka dengan faktor 10 berpangkat negatif. Definisi dari konsep pH tersebut seperti pada persamaan dibawah ini :

$$pH = -\log[H^+] = \log \frac{1}{[H^+]} \quad (2.3)$$

Berdasarkan Persamaan 2.3 maka nilai pH sama dengan negatif logaritma dari ion hidrogen atau logaritma dari kebalikan konsentrasi ion hidrogen. Hal tersebut memudahkan sekali untuk menulis tingkat asam atau basa suatu larutan dengan pH-nya. pH larutan bernilai 0-14. Dalam 1 molar larutan asam kuat berbasa satu, pH larutannya adalah 0 sedangkan 1 molar larutan basa kuat *monovalen* memiliki pH 14.

### 2.3 Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) [2]

*Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan model budidaya dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dangkal. Air tersebut tersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Perakaran bisa berkembang di dalam larutan nutrisi. Karena di sekeliling perakaran terdapat selapis larutan nutrisi maka sistem ini dikenal dengan nama *nutrient film technique*. Pada hidroponik NFT, tanaman ditempatkan pada *stereofoam* dengan akar menjuntai dibawahnya. *Stereofoam* tersebut lalu ditempatkan pada sebuah talang yang dipasang dengan kemiringan 5% (turun 5 cm/m). Pada talang tersebut lalu dialirkan nutrisi setebal 3 - 4 mm secara terus - menerus (24 jam) ataupun berseling (dengan batas waktu maksimal tidak dialiri larutan selama 10 menit). Nutrisi ditempatkan dalam sebuah tandon (tempat penampungan). Nutrisi yang telah dialirkan ke dalam talang, dikembalikan lagi ke dalam tandon.



Gambar 2. 1 Hidroponik dengan Sistem NFT

### 2.4 Sensor pH [3]

Sensor pH digunakan untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu cairan. Elektroda (*probe* pengukur) terhubung sebuah alat elektronik yang mengukur nilai ADC pada suatu larutan. *Probe* atau elektroda merupakan bagian penting dari sensor pH, elektroda adalah batang seperti struktur dan biasanya terbuat dari kaca. Pada bagian bawah elektroda ada bohlam, bohlam merupakan bagian sensitif dari *probe* yang berisi sensor. Jangan pernah menyentuh bola dengan tangan dan bersihkan dengan bantuan kertas tisu dengan tangan sangat lembut. Untuk membaca ADC pada suatu larutan, *probe* dicelubkan ke dalam larutan. *Probe* dipasang di lengan dikenal sebagai *probe* lengan.

Prinsip kerja utama sensor pH adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektroda kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  di dalam larutan. Ujung elektroda kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbetuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non-konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCl ( $0,1 \text{ mol/dm}^3$ ). Di dalam larutan HCl, terendam sebuah kawat elektroda panjang berbahan perak yang pada permukaanya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat elektroda Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil.

Pada penggunaan sensor derajat keasaman (pH), sensor pH yang akan digunakan adalah jenis Elektroda (SKU:SEN0169) dari DF Robot dengan spesifikasi sebagai berikut:

- *Module Power* : 5,00 V
- *Module Size* : 43mm x 32mm
- *Measuring Range* : 0-14 pH
- *Measuring Temperature* : 0-60 °C
- *Accuracy* :  $\pm 0,1\text{pH}$  (25°C)
- *Response Time* :  $\leq 1$  menit
- *Industry pH Elektrode with BNC Connector*
- *PH 2.0 Interface (3 foot patch)*
- *Gain Adjustment Potentiometer*
- *Power Indicator LED*



Gambar 2. 2 Sensor pH (SKU:SEN0169)

### 2.5 *Wirewound Rotary Potentiometers* [4]

Potensiometer *wirewound* adalah jenis potensio yang memiliki beberapa putaran (dari resistansi 0 sampai maksimal) sehingga sangat presisi, dibandingkan dengan potensio sekali putaran. Biasa digunakan pada peralatan yang membutuhkan presisi tinggi dan sering diputar.



Gambar 2. 3 *Wirewound Rotary Potentiometers*

Spesifikasi *wirewound* yang digunakan pada Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

- *Manufacturer* : BOURNS
- *Series* : 3590S
- *Number of turns* : 10
- *Max Resistance* : 10 k Ohm Linear
- *Resistance Tolerance* : 5%
- *Independent Linearity* : 0,25%
- *Power* : 2W
- *Operating Temperature* :  $\pm 1$  s/d  $\pm 125$  °C
- *Rotational Life* : 1.000.000 rotations
- *Load Life* : 1000 hours
- *Shaft Diameter* : 6,35mm

### 2.6 *Pompa Peristaltik* [5]

Pompa peristaltik adalah jenis pompa perpindahan positif yang digunakan untuk memompa berbagai cairan, alat ini juga banyak dikenal sebagai pompa rol. Cairan tersebut terkandung dalam tabung fleksibel yang dipasang di dalam *casing* pompa bundar (meskipun pompa peristaltik linier telah dibuat). Sebuah rotor dengan jumlah rol atau lobus yang melekat pada lingkaran luar rotor menekan tabung

fleksibel. Saat rotor berputar, bagian tabung yang ditekan dan ditutup rapat sehingga memaksa cairan dipompa untuk bergerak melalui tabung.

Spesifikasi pompa peristaltik yang digunakan pada Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

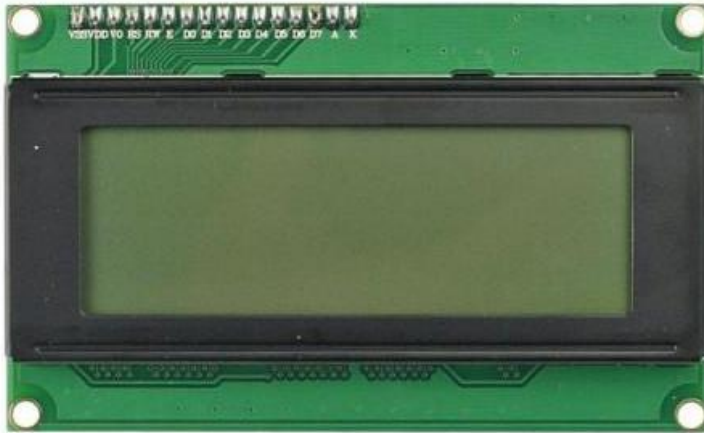
- *Merk* : INTLAB
- *Model* : RS385-635
- *Tegangan Kerja* : 12V DC
- *Daya Motor* : 3Watt
- *Flow Rate* : 0-100 ml/menit
- *Speed Range* : 0-100 rpm
- *Working Environment* : 0-40 °C Humm 80%
- *Net Weight* : 89 gr
- *Tube ID x OD* : 3mm x 5mm (*replaceable*)



Gambar 2. 4 Pompa Peristaltik

## 2.7 *Liquid Cristal Display* [6]

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD yang dipakai merupakan tipe berkarakter 20×4 baris, yang dapat menampilkan 20 karakter dengan 4 baris. Bentuk fisik dari LCD dapat dilihat pada Gambar 2.5.

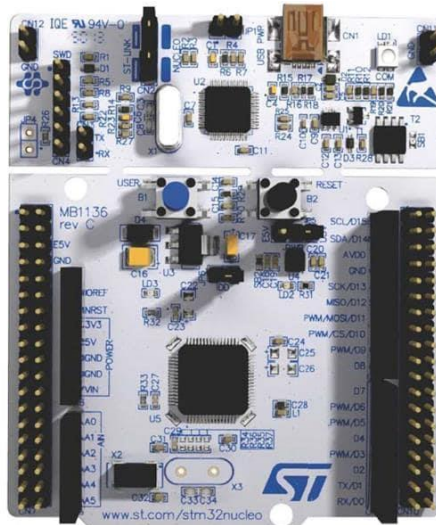


Gambar 2. 5 LCD (*Liquid Cristal Display*)

## 2.8 STM32 F446RE NUCLEO [7]

STM32 adalah mikrokontroler berbasis inti prosesor 32 bit RISC ARM Cortex-M7, Cortex-M4F, Cortex-M3, Cortex-M0+, dan Cortex-M0 dari STMicroelectronics. Mikrokontroler ini mempunyai frekuensi *clock* tinggi, umumnya berada pada kisaran 72 MHz atau lebih.

STM32 F446RE NUCLEO merupakan mikrokontroler yang diproduksi oleh STMicroelectronics dengan arsitektur *processor* 32-bit RISC (*Reduced instruction Set Computer*). Mikrokontroler STM32 dikembangkan oleh Advanced RISC Machine (ARM) yang dulunya dikenal dengan Acorn RISC Machine. Terdapat beberapa seri *processor* ARM Cortex dari yang memiliki fungsi sederhana hingga yang saat ini banyak digunakan pada *smartphones* mulai dari seri terkecil ARM Cortex-M, ARM Cortex-R hingga ARM Cortex-A. Ada juga seri ARM *Secure Core* dan ARM *Machine Learning*. Arsitektur RISC terdiri dari file *register* besar yang sama, memuat dan menyimpan arsitektur, mode pengalamatan sederhana dan bidang instruksi panjang yang sama. Karena karakteristik tersebut ARM mempunyai kinerja tinggi, kode yang simpel, konsumsi daya rendah dan ukuran yang kecil. ARM dapat menjalankan set instruksi yang disebut *Thumb* yang terdiri dari instruksi 32-bit ke 16-bit. Oleh karena itu instruksi 16-bit dan 32-bit dapat digabungkan tanpa mempengaruhi kinerja *processor*.

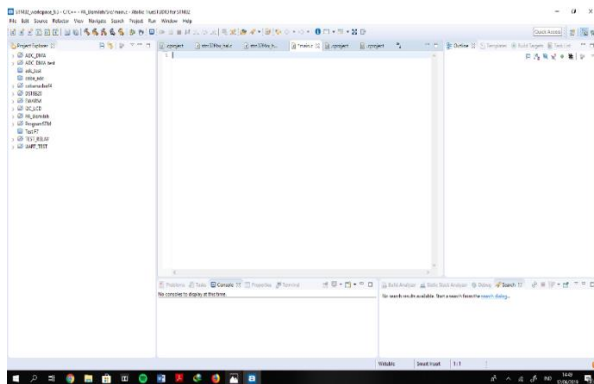


Gambar 2. 6 STM32 Nucleo-64

## 2.9 Atollic TrueStudio [8]

Atollic TrueStudio untuk STM32 adalah pengembangan dan *debugging* IDE yang fleksibel dan dapat dikembangkan untuk STM32 pengembang MCU yang menginginkan alat yang sangat kuat untuk membantu dalam pengembangan perangkat lunak tertanam berkualitas tinggi. TrueStudio didasarkan pada standar terbuka (ECLIPSE dan GNU) dan diperluas dengan fitur profesional untuk manajemen kode dan analisis sistem canggih. Ini memberikan wawasan unik tentang struktur dan perilaku dinamis sistem.

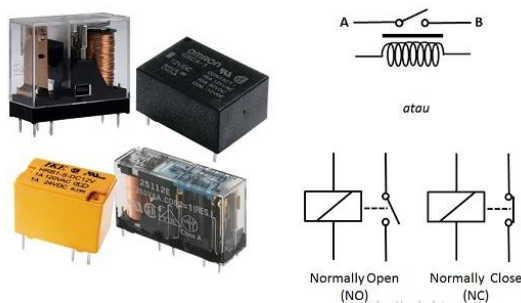
Dengan TrueStudio, pengembang STM32 mendapatkan alat pengembangan profesional, dibangun di atas standar terbuka, sementara pada saat yang sama termasuk fitur *debug* canggih dan rekayasa perangkat lunak yang membantu pengembang meningkatkan efisiennya. Secara khusus, TrueStudio memberi pada pengembang STM32 pilihan beragam fungsi analisis sistem, membantu mereka menilai kesehatan desain dari berbagai sudut (termasuk analisis statis pada penggunaan memori dan tumpukan, serta memvisualisasikan perilaku dinamis dari sistem yang sedang berjalan). Fitur tambahan termasuk analisis *crash* kesalahan *hard* otomatis yang bekerja di luar alasan untuk *system crash*, di mana itu terjadi, dan dalam keadaan apa.



Gambar 2. 7 Tampilan Software Atollic TrueStudio

## 2.10 Relay [9]

*Relay* adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. *Relay* terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet berupa induktor inti besi dan bagian mekanikal berupa kontak atau saklar. Secara prinsip kerja *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang inti besi (*solenoid*) di dekatnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali keposisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Berikut merupakan bentuk fisik dari *relay* dan simbolnya dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Bentuk Fisik dan Simbol *Relay*



Spesifikasi *relay* yang digunakan pada Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut

- Merk : HKE
- Tipe : HRS4H-S-DC12V
- *Coil Voltage* : 12VDC
- Kontak NO : 10A/250VAC
- Kontak NC : 6A/250VAC
- Kontak NO-NC : 10A/24VDC
- Konfigurasi Kontak : SPDT
- Dimensi : 1,9 cm × 1,5 cm × 1,5 cm
- Berat : 10 gram

### 2.11 *Buffer Solution* [10]

*Buffer solution* adalah larutan yang mengandung asam dan basa. Solusinya dibuat dengan mengambil asam lemah dan menambahkan basa konjugasinya (yang dibentuk dengan menghilangkan proton dari jenis asam yang sama) atau dengan menggabungkan basa lemah dengan asam konjugatnya. Penggunaan konjugat adalah apa yang memberikan larutan *buffer* ketahanannya terhadap perubahan pH, itu menciptakan keseimbangan antara asam dan basa yang sulit untuk diatasi oleh asam atau basa lain. Bahkan ketika asam atau basa kuat ditambahkan, keseimbangan antara asam / basa lemah dan konjugatnya mengurangi dampak penambahan pada pH larutan keseluruhan.

Larutan *buffer* adalah solusi yang dapat menahan perubahan pH dengan memberikan sedikit asam atau basa. *Buffer* dibagi menjadi dua jenis larutan *buffer* asam dan basa. *Buffer* asam adalah larutan yang memiliki pH dibawah 7 yang mengandung asam lemah dan salah satu garamnya. Sedangkan *buffer* basa adalah larutan yang memiliki pH diatas 7 dan mengandung basa lemah dan salah satu garamnya.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## **BAB III**

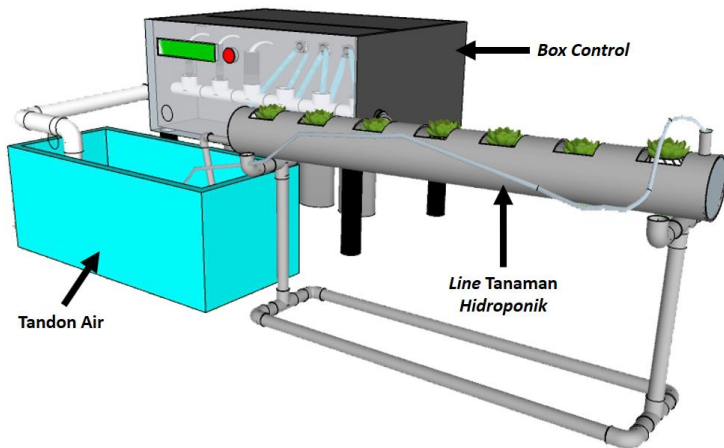
### **PERANCANGAN ALAT**

Pada perancangan dan pembuatan Proyek Akhir yang berjudul “Pengendalian pH pada Kebun Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT)” ini dibagi dalam beberapa perancangan. Perancangan yang akan dilakukan diantaranya seperti :

1. Perancangan Mekanik
2. Perancangan Elektrik
3. Perancangan *Software*

#### **3.1 Perancangan Mekanik**

Pada perancangan mekanik dilakukan untuk menentukan bentuk fisik dari alat yang akan dibuat. Perancangan mekanik ini juga meliputi tata letak sensor, aktuator, dan komponen lainnya. Bentuk alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1.



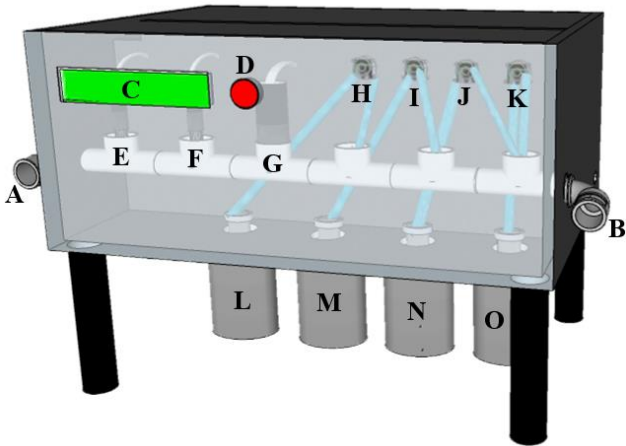
Gambar 3. 1 Bentuk Fisik dari Proyek Akhir

Dari Gambar 3.1 akan dibuat beberapa bagian yaitu *box control* dan *plant* untuk kebun hidroponik.

##### **3.1.1 Perancangan *Box Control***

Perancangan *module box control* ini digunakan untuk meletakkan posisi-posisi sensor dan aktuator agar dapat membaca

kadar pH air dan mengalirkan cairan *buffer* dengan tepat. Pada *module box control* ini juga diletakkan komponen elektronik. Untuk rancangan *box control* yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Desain *Box Control*

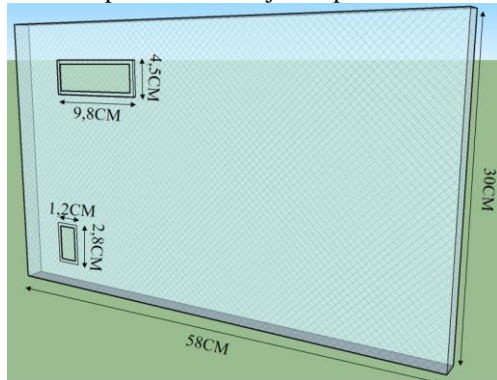
Dari Gambar 3.2 peletakan sensor, aktuatur, dan komponen lainnya dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Komponen-Komponen pada *Box Control*

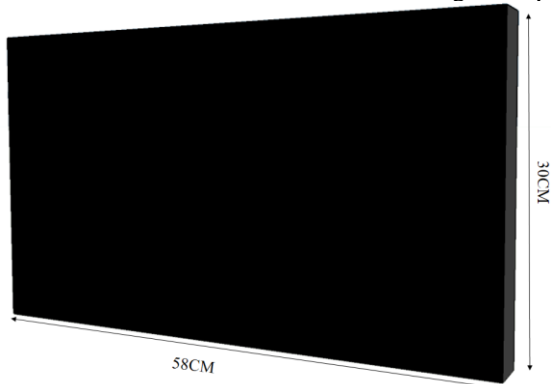
Huruf	Keterangan
A	Pipa ( <i>Input Air</i> )
B	Pipa ( <i>Output Air</i> )
C	LCD 20 × 4
D	Tombol <i>Power (ON / OFF)</i>
E	Sensor Nutrisi (TDS)
F	Sensor Suhu (DS)
G	Sensor pH (SKU:SEN0169)
H	Motor Peristaltik 1 (pH- <i>Up</i> )
I	Motor Peristaltik 2 (pH- <i>Down</i> )
J	Motor Peristaltik 3 (Nutrisi A)
K	Motor Peristaltik 4 (Nutrisi B)
L	Botol Cairan pH- <i>Up</i>
M	Botol Cairan pH- <i>Down</i>
N	Botol Cairan Nutrisi A
O	Botol Cairan Nutrisi B

Untuk spesifikasi *box control* yang digunakan adalah sebagai berikut:

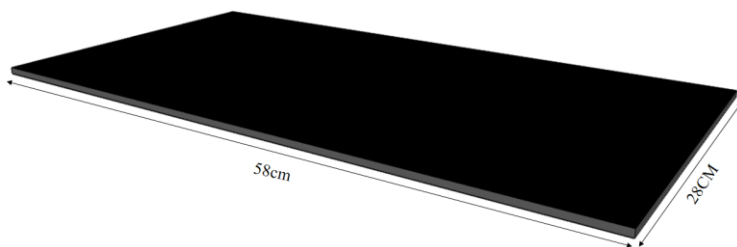
- Material yang digunakan adalah akrilik dengan ketebalan 3mm.
- Untuk sisi depan *box* menggunakan akrilik transparan sedangkan sisi lain menggunakan akrilik dengan warna hitam.
- Pipa aliran air dan tempat meletakkan sensor menggunakan pipa jenis PVC dengan diameter  $\frac{1}{2}$ ".
- Dimensi setiap sisi *box* ditunjukkan pada Gambar 3.3 – 3.8.



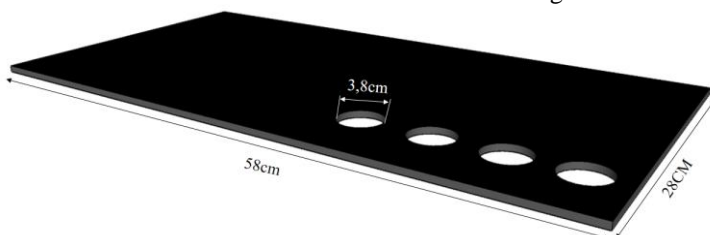
Gambar 3. 3 Ukuran Desain *Box Control* Bagian Depan



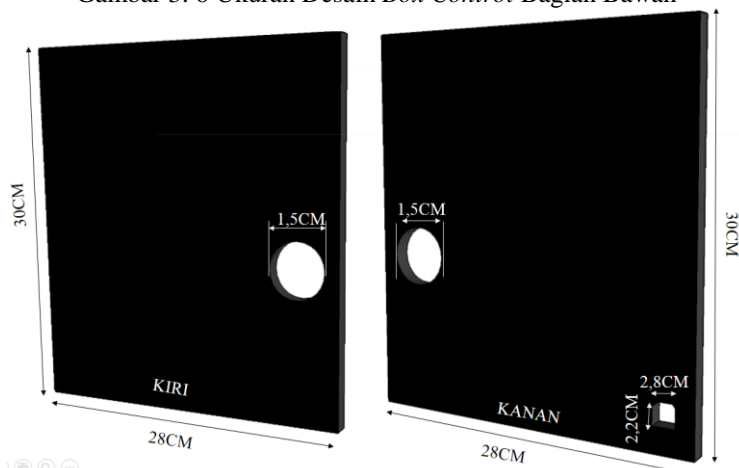
Gambar 3. 4 Ukuran Desain *Box Control* Bagian Belakang



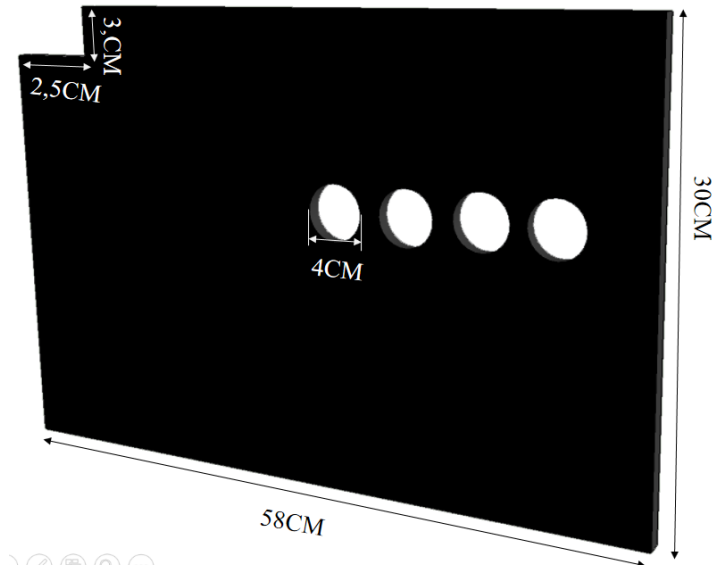
Gambar 3. 5 Ukuran Desain *Box Control* Bagian Atas



Gambar 3. 6 Ukuran Desain *Box Control* Bagian Bawah



Gambar 3. 7 Ukuran Desain *Box Control* Bagian Samping

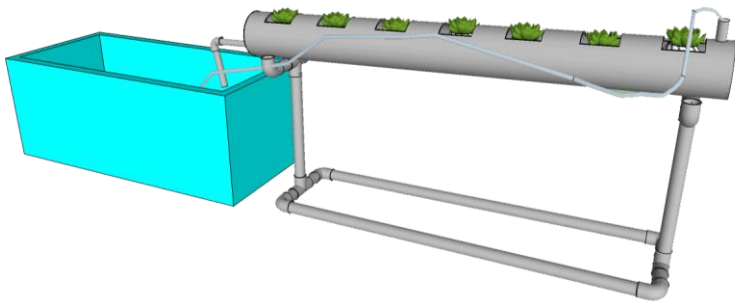


Gambar 3. 8 Ukuran Desain *Box Control* Bagian Sekat

*Box control* ini digunakan sebagai pengendalian kondisi air tandon. Air yang bersikulasi pada *box control* ini berasal dari tandon dan kembali lagi ke tandon. Air tandon yang mengalir melwati *box control* ini akan membaca kondisi air, serta pemberian cairan *buffer* juga akan dilakukan pada saat itu juga. Pemberian cairan *buffer* dilakukan melalui selang motor peristaltik, yang pemberiannya dapat dikontrol berdasarkan kebutuhan cairan *buffer* yang dibutuhkan. Hasil pembacaan dari sensor-sensor pada *box control* akan ditampilkan pada LCD  $20 \times 4$ . Sehingga pemilik kebun dapat mengetahui kondisi air tandon pada saat itu.

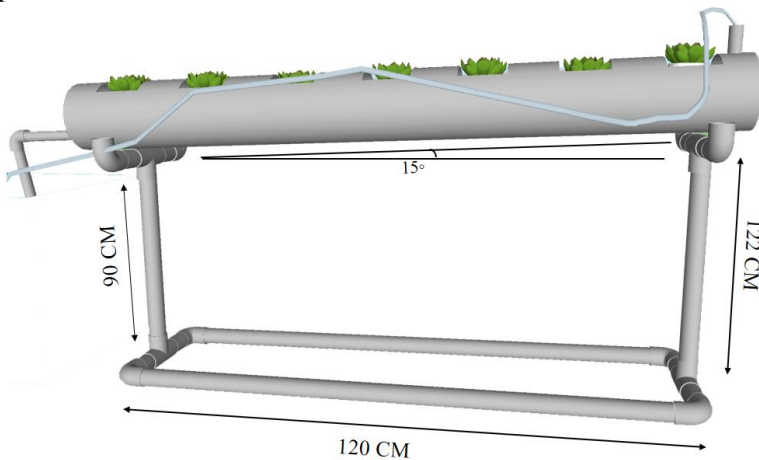
### 3.1.2 Perancangan *Plant* Kebun Hidroponik

Perancangan *plant* kebun hidroponik bertujuan untuk menguji coba keberhasilan pengendalian kondisi air tandon yang digunakan sebagai pengairan tanaman pada kebun hidroponik. *Plant* kebun hidroponik yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Desain *Plant* Kebun Hidroponik

Untuk ukuran dari pembuatan *plant* hidroponik dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan 3.11.



Gambar 3. 10 Ukuran Desain *Line* Tanaman Hidroponik

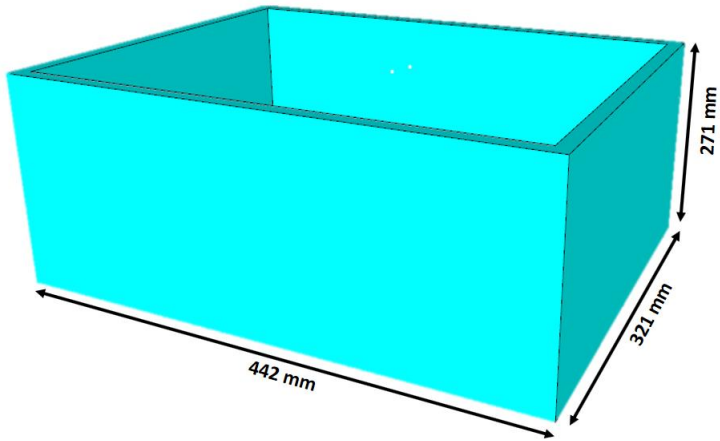
Untuk spesifikasi *plant* hidroponik yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Diameter dari pipa PVC yang digunakan untuk media tanaman berukuran 2".
- Diameter dari pipa PVC yang digunakan untuk penyangga berukuran 0,5 ".
- Tanaman yang digunakan adalah selada merah.



Selain *plant* tanaman, pompa yang digunakan untuk mengalirkan air dari tandon menuju tanaman memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Pompa celup AA-105
- Sumber tegangan 220 VAC.
- Daya dorong vertikal hingga 3 meter.
- Debit pompa 3000 liter/jam.
- Dimensi tandon air ditunjukkan pada gambar 3.11.

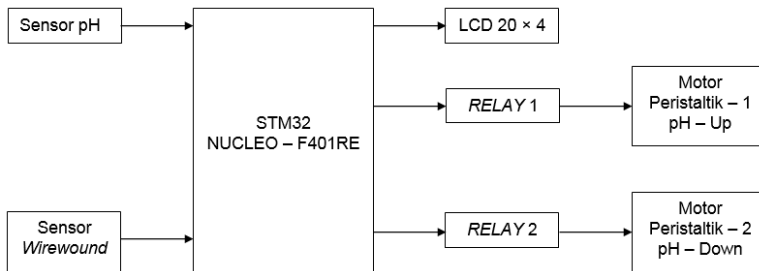


Gambar 3. 11 Ukuran Desain Tandon Air

*Plant* kebun hidroponik yang digunakan adalah 1 *line* tanaman yang dilubangi sebagai tempat hidupnya tanaman dan 1 buah tandon air. Sehingga akar dari tanaman hidroponik tersebut mengenai air yang bersirkulasi. Air yang bersirkulasi dari tandon menuju pipa *line* tanaman melalui selang air dan kembali lagi menuju tandon.

### 3.2 Perancangan Elektrik

Blok diagram perancangan elektrik dari alat yang akan dibuat secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.12



Gambar 3. 12 Diagram Fungsional Pengendalian pH

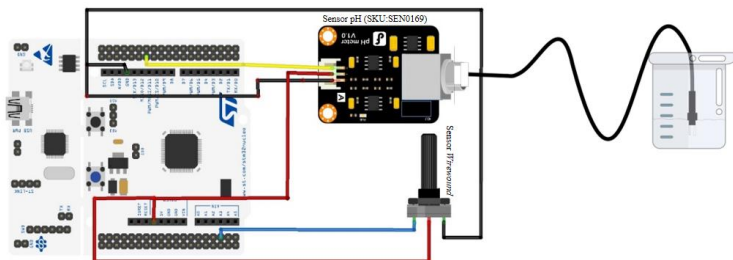
Dari diagram fungsional dapat dilihat bahwa pada alat ini menggunakan dua buah sensor yakni sensor pH dan *wirewound*. Sensor pH diletakan pada pipa kontrol yang berada pada *module box control* untuk membaca kadar pH pada air yang mengalir, sedangkan untuk sensor *wirewound* yang telah dililitkan bandul dan pelampung untuk membaca volume air di dalam tandon. Data dari kedua sensor tersebut dikirimkan ke STM32 untuk diolah. STM32 akan menerjemahkan hasil deteksi kedua sensor menjadi masing-masing besaran yakni pH dan volume air, sekaligus menghitungnya. Setelah diolah oleh STM32, data tersebut dikirimkan ke LCD  $20 \times 4$ , relay 1, dan relay 2. Di LCD  $20 \times 4$  data berupa besaran pH dan volume air dalam liter. Dan dari perhitungan kebutuhan cairan *buffer* yang dibutuhkan untuk mencapai *setpoint* akan mengaktifkan salah satu relay yang kemudian mengaktifkan motor peristaltik pengalir cairan *buffer* (pH - Up / pH - Down) selama waktu yang ditentukan. Perancangan elektrik pada Proyek Akhir ini meliputi :

1. Koneksi Sensor pH dan *Wirewound*
2. Koneksi Relay
3. Koneksi Modul *Buck Converter*
4. Koneksi LCD  $20 \times 4$
5. Pembuatan PCB (*Print Circuit Board*)

### 3.2.1 Koneksi Sensor pH dan *Wirewound*

Pada Proyek Akhir ini digunakan dua buah sensor yaitu sensor pH dan *wirewound*. Sensor pH menggunakan sensor yang memiliki tipe SKU:SEN0169 dari DF Robot. Pada sensor ini memiliki 3 buah pin yaitu VCC (+), GND (-), dan data (A). sedangkan untuk sensor *wirewound* menggunakan tipe 3590S dari BOURNS. Pada sensor ini

juga memiliki 3 buah pin yaitu VCC (+), GND (-), dan data (A). dan untuk koneksi sensor ke STM32 dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Koneksi STM32 ke Sensor pH dan Wirewound

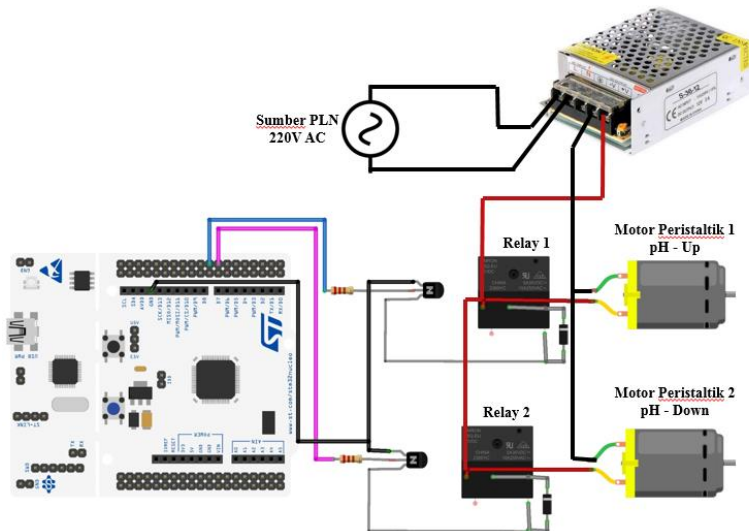
Untuk mengetahui lebih jelasnya mengenai koneksi dari sensor pH dan sensor wirewound ke STM32 dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Keterangan Koneksi dari Sensor pH dan Wirewound

Sensor	Pin Sensor	Pin STM32
Sensor pH (SKU:SEN0169)	VCC (+)	3,3 V ( <i>Power</i> )
	GND (-)	GND
	Data (A)	PA_6
Sensor Wirewound	VCC (+)	3,3 V ( <i>Power</i> )
	GND (-)	GND
	Data (A)	PB_0

### 3.2.2 Koneksi Relay

*Relay* dalam kerja sistem ini berfungsi untuk mengatur ON/OFF motor peristaltik untuk mengalirkan cairan *buffer*. Kerja *relay* ini diatur oleh program STM32. *Relay* yang digunakan merupakan *relay* SPDT yang memiliki 5 terminal, diantaranya 3 terminal untuk saklar dan 2 terminal untuk *coil*. Sehingga dalam pemasangannya membutuhkan beberapa komponen pendukung yaitu transistor (BD139), dioda (1N4002) dan resistor (100 ohm). Untuk koneksi antara *power supply* STM32, *relay*, dioda, resistor, dan motor peristaltik dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Koneksi *Relay* Dengan Motor Peristaltik

Pada Gambar 3.14 dapat dilihat bahwa sumber listrik AC 220V dari PLN digunakan sebagai masukan *power supply*. Tegangan 12V dari *power supply* digunakan sebagai sumber dari *relay* dan motor peristaltik. Motor Peristaltik 1 yang digunakan sebagai pemberian cairan pH-Up menggunakan pin PB2 dari STM32 dan Motor Peristaltik 2 yang digunakan sebagai pemberian cairan pH-Down menggunakan pin PB1 dari STM32. Untuk lebih jelasnya, koneksi *relay* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

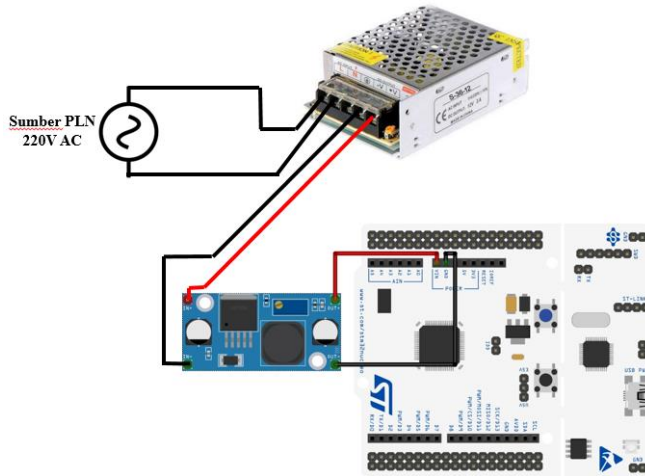
Tabel 3. 3 Koneksi Kaki-Kaki *Relay*

Pin <i>Relay</i>	Menuju ke
NO	VCC Motor Peristaltik
NC	-
<i>Coil 1</i>	12 V dan Katoda Dioda
<i>Coil 2</i>	Anoda Dioda dan <i>Collector</i> Transistor
<i>Main</i>	12 V

### 3.2.3 Koneksi Modul *Buck Converter*

Pada penggunaan modul *buck converter* ini bertujuan untuk menurunkan tegangan dari 12V menjadi 5V, yang dibutuhkan sebagai

sumber dari STM32. Sehingga penggunaan modul ini bertujuan menyederhanakan rangkaian yakni hanya menggunakan satu buah *power supply*. Koneksi dari modul *buck converter* dapat dilihat pada Gambar 3.15.

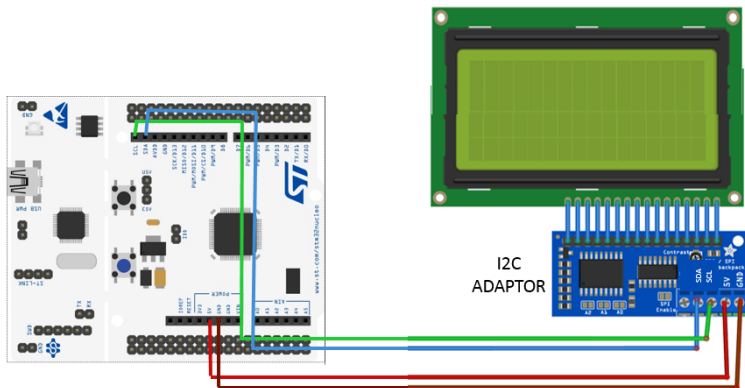


Gambar 3. 15 Koneksi *Buck Converter*

Dari Gambar 3.15 tegangan 12V dari *power supply* digunakan sebagai *input (+)* dari *buck converter* dan *output (+)* dari *buck converter* digunakan sebagai masukan *Vin (power)* dari STM32. *Input (-)* dari *buck converter* dihubungkan dengan *GND power supply* dan *Output (-)* dari *buck converter* dihubungkan dengan *GND (power)* dari STM32.

### 3.2.4 Koneksi LCD 20 × 4

LCD merupakan suatu perangkat elektronik yang berfungsi untuk menampilkan suatu data, huruf ataupun grafik. LCD yang digunakan pada perancangan Proyek Akhir ini menggunakan LCD 20 × 4. Di mana LCD ini memiliki 20 kolom dan 4 baris, yang digunakan untuk menampilkan nilai pH dan volume air. Untuk koneksi lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Koneksi LCD 20 × 4

Dari koneksi LCD dibutuhkan perangkat tambahan yaitu I2C adaptor yang koneksinya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Koneksi LCD 20 × 4 dengan I2C

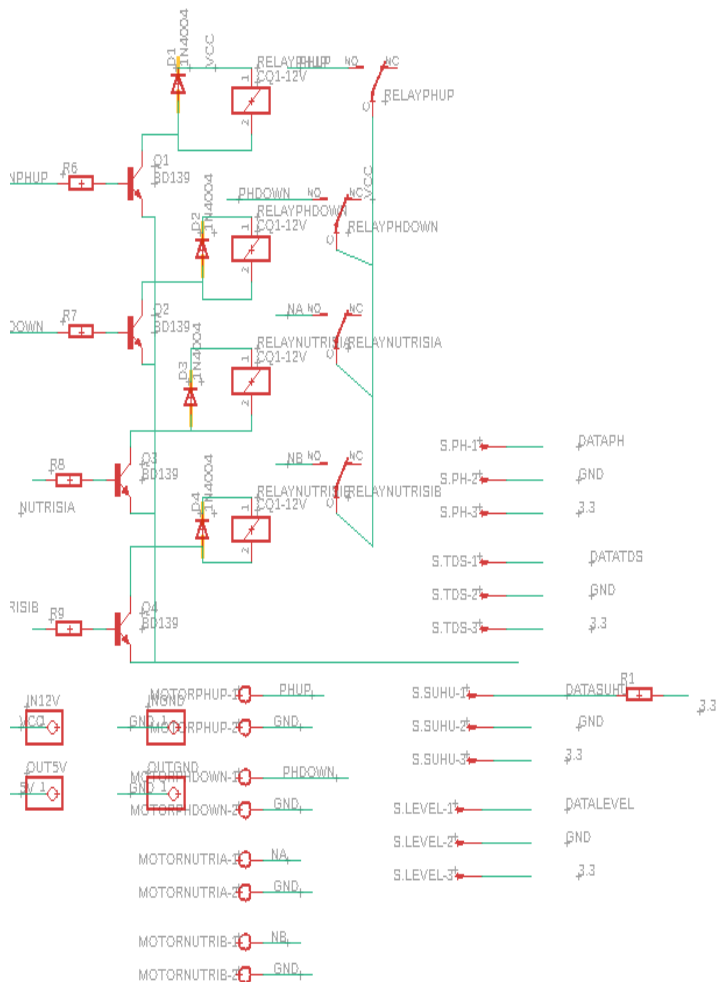
Pin I2C Adaptor	Pin STM32
SDA	SDA
SCL	SCL
5V	5V (Power)
GND	GND (Power)

LCD ini membutuhkan tegangan kerja sebesar 5 Volt. Modul LCD 20 × 4 ini dikendalikan oleh STM32 dengan menggunakan Pin SDA dan Pin SCL.

### 3.2.5 Pembuatan PCB (*Print Circuit Board*)

Perancangan *board* PCB bertujuan untuk memudahkan dalam proses perangkaian komponen yang dibutuhkan sistem. Untuk pembuatan desain PCB dikerjakan menggunakan *software Eagle Pro*. Hasil desain skematik dapat dilihat pada Gambar 3.17 dan Gambar 3.18.





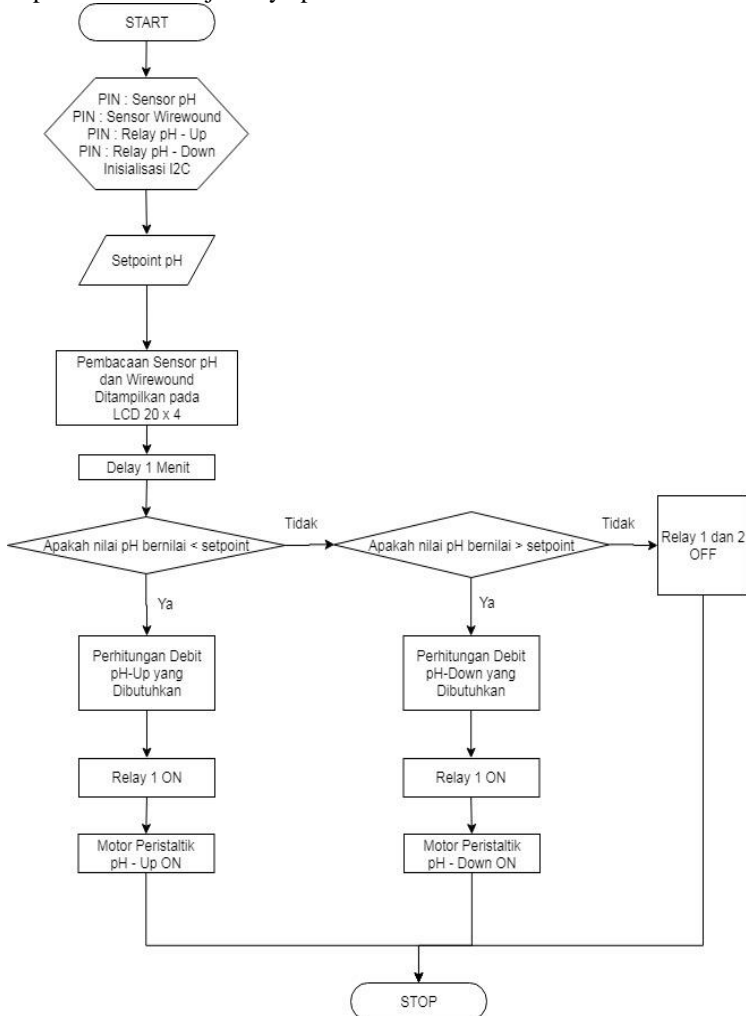
Gambar 3. 18 Hasil Desain PCB 2

Setelah pembuatan skema dari PCB dilakukan pencetakan desain PCB sesuai dengan Gambar 3.17 dan 3.18. Kemudian dilakukan pengecekan jalur apakah terjadi hubungan singkat antar komponen yang seharusnya tidak terhubung menggunakan *multimeter* dengan mode *buzzer*.



### 3.3 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak ini dilakukan untuk mengatur kinerja STM32, di mana mikrokontroler STM32 merupakan otak pengendali. Dari perancangan *software* algoritma sistem keseluruhan dapat dilihat lebih jelasnya pada Gambar 3.19.



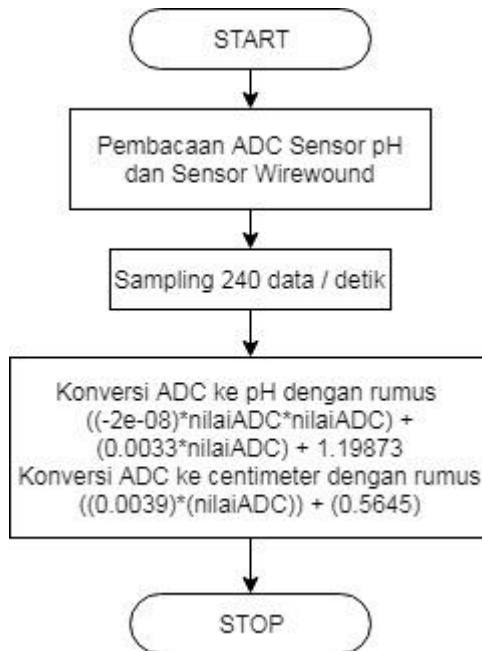
Gambar 3. 19 Flowchart Sistem Kerja Software

Dari Gambar 3.19 Perancangan *software* pada Proyek Akhir ini meliputi:

1. Perancangan Pembacaan Sensor
2. Pengendalian Motor Peristaltik
3. Menampilkan Data pada LCD 20×4

### 3.3.1. Perancangan Pembacaan Sensor

Pada perancangan *software* pembacaan sensor pH dan sensor *wirewound* dijelaskan pada algoritma pada Gambar 3.20.

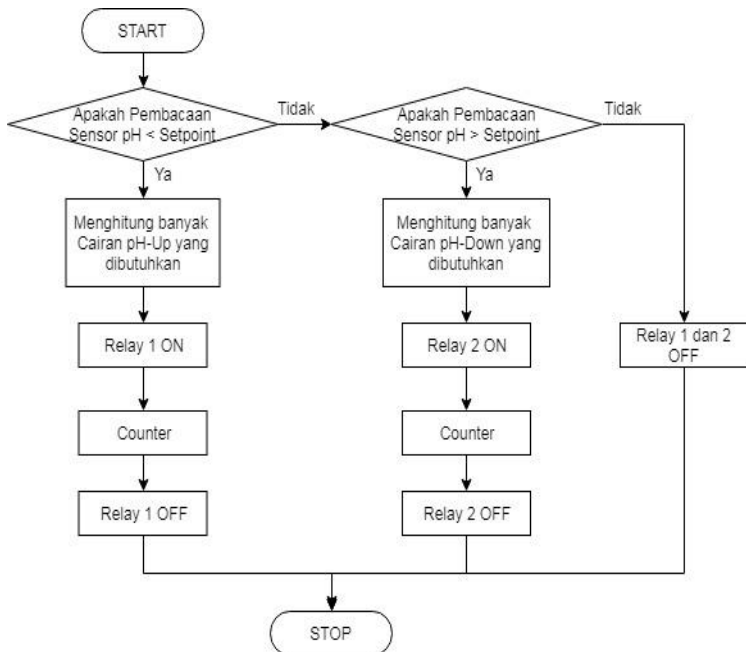


Gambar 3. 20 *Flowchart* Pembacaan Sensor

Pada Gambar 3.20 pembacaan sensor pH dan *wirewound* diawali dengan pembacaan nilai ADC nya. Nilai ADC yang di ambil sebanyak 240 data pada setiap detiknya. Dari 240 data tersebut dikonversikan ke besaran pH dan juga Liter. Dengan rumus yang sudah didapatkan dari rumus persamaan pembacaan ADC dengan cairan pH dan ketinggian.

### 3.3.2. Pemberian Cairan *Buffer* dengan Motor Peristaltik

Pada perancangan *software* pengendalian motor peristaltik yang digunakan untuk mengalirkan cairan *buffer* dengan bantuan sebuah *relay*. Algoritma dari perancangan *software* dapat dilihat pada Gambar 3.21.

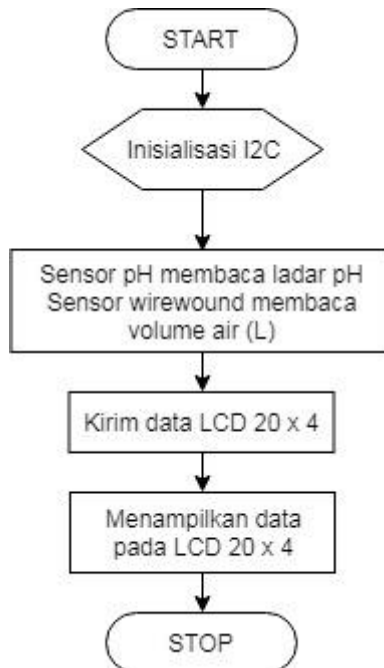


Gambar 3. 21 Flowchart Pengendalian Motor Peristaltik

Pada Gambar 3.21 pemberian cairan *buffer* diawali dengan penentuan dari pembacaan sensor apakah cairan bernilai diatas atau dibawah *setpoint*. Setelah ditentukan kondisi air, data dari pembacaan akan dihitung berapa banyak cairan *buffer* yang dibutuhkan untuk mencapai *setpoint*. Setelah dihitung maka *relay* 1 atau 2 akan menghitung selama waktu tertentu berdasarkan mililiter cairan *buffer* yang dibutuhkan. Setelah penghitungan waktu selesai *relay* akan *OFF* dan motor peristaltik berhenti untuk mengalirkan cairan *buffer*. Dan jika nilai pH yang dibaca oleh sensor maka *relay* 1 dan 2 tidak mati atau *OFF*.

### 3.3.3. Menampilkan Data pada LCD 20×4

Algoritma dari perancangan *software* dalam penampilan data pembacaan sensor pada LCD 20 × 4 dapat dilihat pada Gambar 3.22.



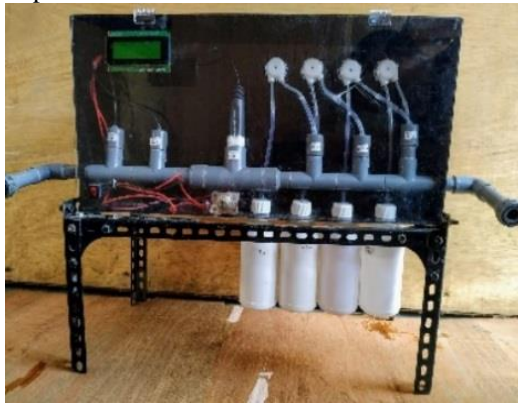
Gambar 3. 22 *Flowchart* Penampilan Data pada LCD 20 × 4

Dari Gambar 3.22 penampilan data pda LCD 20 × 4 diawali dengan menginisialisasi I2C. Kemudian dari data yang didapat oleh sensor pH dan *wirewound* dikirimkan ke LCD 20 × 4. Lalu oleh LCD 20 × 4 dapat menampilkan data yang diterima.

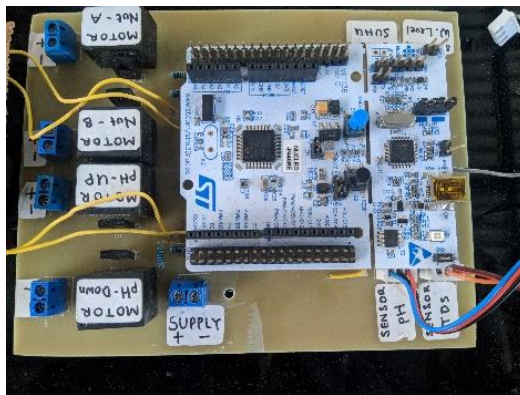
## **BAB IV**

### **PENGUKURAN DAN PENGUJIAN**

Untuk mengetahui apakah tujuan dari pembuatan sistem ini telah tercapai atau tidak, maka perlu diadakannya sebuah pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat. Dan sebagai acuan yang tidak terpisahkan adalah adanya proses evaluasi sehingga akan dapat dilakukan langkah-langkah positif guna membawa alat ini kearah yang lebih baik. Hasil dari perancangan mekanik dan elektrik (PCB) dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Mekanik



Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Elektrik

Adapun pengujian yang dilakukan dengan beberapa tahap pengujian yaitu:

1. Pengujian Ketepatan Pembacaan Sensor pH
2. Pengujian Ketepatan Sensor *Wirewound*
3. Pengujian Motor Peristaltik
4. Pengujian LCD  $20 \times 4$
5. Pengujian dengan Air Pegunungan
6. Pengujian dengan Air Mineral
7. Pengujian dengan Air PDAM
8. Pengujian dengan Air Pembuangan Pendingin Ruangan
9. Pengujian dengan Air Destilasi (*Aquades*)

#### 4.1 Pengujian Ketepatan Pembacaan Sensor pH

Sensor yang digunakan pada pengujian ini adalah sensor pH. Tujuan dari pengujian sensor pH ini untuk mengetahui ketepatan pembacaan sensor terhadap suatu nilai pH tertentu. Cara pengujian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Mengkoneksikan antara sensor pH dengan STM32 seperti pada Gambar 3.13.
2. Mengupload program pada Gambar 4.3 ke STM32
3. Memasukkan air destilasi kedalam wadah sebanyak 200ml.
4. Memasukkan sensor pH dan pH meter ke dalam wadah seperti pada Gambar 4.4.
5. Menulis data pada hasil pembacaan sensor pH dan pH meter.

```
269 // Sensor pH
270 for(int i=0 ; i<250 ; i++)
271 {
272     temp[i] = data_adc[0];
273     rataph = temp[i]+rataph;
274     HAL_Delay(2);
275 }
276 nilai[0] = rataph/250;
277 sensor[0] = ((-2e-08)*nilai[0]*nilai[0]) + (0.0033*nilai[0])+1.9873;
278 x++;
279 y++;
---
```

Gambar 4. 3 Program Pembacaan Sensor pH



Gambar 4. 4 Pengujian Sensor pH

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil pengujian ketepatan pembacaan sensor pH yang tertera pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Sensor pH

pH Meter	Sensor pH	Error (%)
8,1	8,4	3,70
5,8	6,08	4,82
6,1	6,35	4,09
6,2	6,4	3,22
6,6	6,7	1,51
6,9	7,13	3,33
7,7	7,7	0
10,9	10,6	2,75
11,4	11,04	3,15
11,7	11,2	4,27
11,8	11,5	2,54
12	11,6	3,33
Rata-Rata Error		3,06

Pengujian pada Tabel 4.1 bertujuan untuk mencari *error* kesalahan pada sensor pH yang sudah terkalibrasi. Sehingga untuk mendapatkan pembacaan yang sebenarnya harus dibandingkan dengan alat ukur yang sudah teruji. Alat ukur yang digunakan yaitu pH Meter. Dari kedua data yang didapatkan yaitu sensor dan pH Meter dicarilah *error* kesalahan yang dibaca oleh sensor pH. Rumus untuk mencari *error* dari sensor digunakan rumus 4.1:

$$error (\%) = \frac{|sensor\ pH - pH\ Meter|}{pH\ Meter} \times 100\% \quad (4.1)$$

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4.1 mendapatkan rata-rata *error* sebesar 3,06%. Dari hasil pengujian kesalahan pembacaan sensor tidak melebihi 5%. Sehingga rumus yang digunakan dalam sensor pH sudah cukup tepat. Untuk memastikan bahwa pembacaan sensor pH sudah mendekati pH meter dilakukan perhitungan korelasi, dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Hasil korelasinya adalah 0,999. Berdasarkan hasil korelasi yang sudah mendekati 1 maka pembacaan sensor sudah benar.

#### 4.2 Pengujian Ketepatan Sensor Wirewound

Sensor yang digunakan pada pengujian ini adalah sensor *wirewound*. Tujuan dari pengujian sensor *wirewound* ini untuk mengetahui ketepatan pembacaan sensor terhadap ketinggian volume air pada tandon. Pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Mengkoneksikan sensor *wirewound* dengan STM32 seperti pada Gambar 3.13.
2. Mengupload program pada Gambar 4.5 ke STM32
3. Menguji seperti pada Gambar 4.6.
4. Menulis data volume *wirewound* dan ketinggian pelampung pada tandon berdasarkan penggaris.
5. Menghitung volume dengan mengkalikan panjang tandon, lebar tandon, dan ketinggian pelampung.

```

292 //   Sensor Water Level
293   for(int i=0 ; i<250 ; i++)
294       {
295           temp[i] = data_adc[2];
296           ratalevel = temp[i]+ratalevel;
297           HAL_Delay(2);
298       }
299   nilai[2] = ratalevel/250;
300   sensor[2] = (nilai[2]*0.00097)*4.42*3.21;
301   vol = sensor[2];
302   x++;
303   y++;

```

Gambar 4. 5 Program Pembacaan Ketinggian





Gambar 4. 6 Pengujian Sensor *Wirewound*

Tandon air yang digunakan memiliki volume 23,5 Liter dengan panjang, lebar, dan tinggi yaitu  $4,42 \text{ dm} \times 3,21 \text{ dm} \times 2,71 \text{ dm}$  Untuk hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Sensor *Wirewound* dalam Liter

Ketinggian (dm)	Volume Terbaca (Liter)	Volume Pengukuran (Liter)	Error (%)
0,74	10,35	10,52	1,62
0,80	10,98	11,32	3
0,84	11,75	11,88	1,09
0,87	12,11	12,34	1,86
0,92	12,86	13,04	1,38
1,05	14,68	14,95	1,81
1,10	15,12	15,54	2,7
1,17	16,25	16,63	2,29
1,25	17,52	17,72	1,13
1,35	18,98	19,13	0,78
1,43	20,09	20,31	1,08
Rata – Rata Error			1,7

Pengujian pada Tabel 4.2 berujuan untuk mencari *error* kesalahan pada sensor *wirewound* yang sudah terkalibrasi. Ketinggian sesungguhnya akan dibaca sesuai dengan pengukuran ketinggian air dengan penggaris. Dari ketinggian yang didapatkan akan dikalikan dengan panjang dan lebar dari tandon, dari perhitungan tersebut didapatkan volume tandon sesungguhnya. Nilai tersebut akan dibandingkan dengan volume yang terbaca oleh sensor *wirewound* dengan rumus *error* kesalahan pada rumus 4.2:

$$\text{error (\%)} = \frac{|\text{volume terbaca} - \text{volume pengukuran}|}{\text{volume pengukuran}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa kesalahan sensor dalam pembacaan volume air dalam besaran liter memiliki presentase rata-rata *error* sebesar 1,7 %. Dari hasil pengujian kesalahan pembacaan sensor tidak melebihi 5%. Sehingga rumus yang digunakan dalam sensor *wirewound* sudah cukup tepat. Untuk memastikan bahwa pembacaan sensor *wirewound* sudah mendekati perhitungan volume sebenarnya dilakukan perhitungan korelasi, dengan bantuan *software* Microsoft Excel. Hasil korelasinya adalah 0,999. Berdasarkan hasil korelasi yang sudah mendekati 1 maka pembacaan sensor sudah benar.

#### 4.3 Pengujian Motor Peristaltik

Pengujian Motor Peristaltik ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyaknya cairan yang dialirkan setiap detiknya. Sehingga saat pemberian cairan *buffer* ini dapat sesuai dengan banyaknya cairan yang dibutuhkan dalam pengaturan nilai pH. pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Memberikan cairan pada wadah sebanyak 200ml.
2. Menghubungkan motor peristaltik dengan *power supply* 12V.
3. Meletakkan satu sisi selang ke wadah, dan sisi selang satunya pada gelas ukur seperti pada Gambar 4.7.
4. Mengaktifkan motor peristaltik selama waktu tertentu.
5. Mencatat banyaknya volume cairan yang dialirkan.



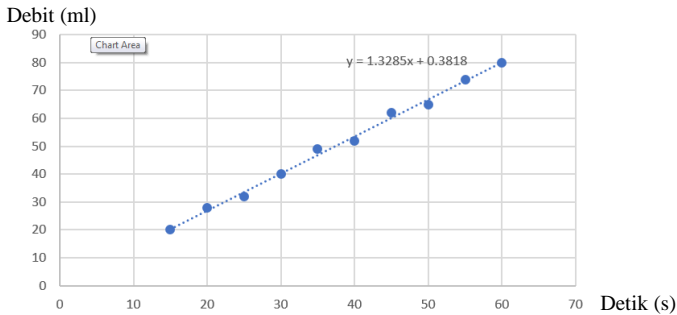
Gambar 4. 7 Pengujian Motor Peristaltik

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil pengujian seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Motor Peristaltik

Waktu (Detik)	Volume (mL)
60	80
55	74
50	65
45	62
40	52
35	49
30	40
25	32
20	28
15	20

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4.3, di dapatkan persamaan liniernya pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Persamaan Linier Hasil Pengukuran Motor Peristaltik

Dari Gambar 4.8 Persamaanya digunakan sebagai penentuan rumus debit untuk mengalirkan cairan *buffer* yang dilakukan oleh motor peristaltik.

$$y = 1,3285 x + 0,3818 \quad (4.3)$$

Di mana :  $y$  = Debit (ml)

$x$  = waktu (detik)

#### 4.4 Pengujian LCD 20 × 4

Pengujian LCD ini bertujuan untuk memastikan apakah LCD dapat berfungsi dengan baik. Sehingga penampilan besran pH dan volume air sesuai dengan data yang diolah. Pengujian awal dari LCD 20 × 4 dilakukan dengan memberikan program menampilkan karakter pada LCD 20 × 4 menggunakan pemrograman STM32. Hasil pengujian LCD 20 × 4 dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Pengujian Penampilan Karakter pada LCD 20 × 4

Kemudian pengujian di lanjutkan dengan tampilan saat inisial kondisi awal sensor. Hasil tampilan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Pengujian Tampilan Kondisi Awal pada LCD20×4

Lalu pengujian terakhir menampilkan ketika sensor sudah mulai membaca kondisi pada air. Hasil tampilan dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Pengujian Tampilan Pembacaan Sensor pada LCD 20×4

#### 4.5 Pengujian dengan Air Pegunungan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Air Pegunungan yang di beli pada agen-agen pengisian air isi ulang. Untuk mendapatkan fungsi pengendalian kadar pH pada air pegunungan ini. Dilakukan dengan membaca nilai pH dengan mengalirkan air dari tandon menuju *box control* kemudian sensor membaca nilai pH. Kemudian secara bertahap ditambahkan beberapa mililiter cairan *buffer* untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Pemberian Cairan *Buffer* Menggunakan Air Pegunungan

Volume (Liter)	pH Awal	Cairan <i>Buffer Solution</i>		pH Akhir
		<i>Up</i> (ml)	<i>Down</i> (ml)	
7,5	4,13	5		6,17
6,5	6,17	8		6,94
5,7	6,94	10		8,10
5,7	8,10		5	7,34
6,2	7,17		8	6,52
9,5	6,39		10	5,52

Berdasarkan hasil pemberian cairan *buffer* pada Tabel 4.4 diambil 3 sampling data. Data tersebut digunakan untuk menentukan persamaan yang digunakan sebagai pengaturan pemberian cairan *buffer* pada tandon air secara otomatis. Persamaan yang didapat akan dimasukkan kedalam program STM32.

Dari ketiga sampling data tersebut setiap data diubah menjadi dengan 3 variabel. Pencarian persamaan ini dilakukan pada pemberian cairan pH-*Up* dan pH-*Down*. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-*Down*.

$$5,7a + 8,10b + 7,34c = 5 \quad (4.4)$$

$$6,2a + 7,17b + 6,52c = 8 \quad (4.5)$$

$$9,5a + 6,39b + 5,52c = 10 \quad (4.6)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 5,7 & 8,10 & 7,34 \\ 6,2 & 7,17 & 6,52 \\ 9,5 & 6,39 & 5,52 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 8 \\ 10 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 5,7 & 8,10 & 7,34 \\ 6,2 & 7,17 & 6,52 \\ 9,5 & 6,39 & 5,52 \end{vmatrix} = 22,9035$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 8,10 & 7,34 \\ 8 & 7,17 & 6,52 \\ 10 & 6,39 & 5,52 \end{vmatrix} = 32,4888$$

$$Db = \begin{vmatrix} 5,7 & 5 & 7,34 \\ 6,2 & 8 & 6,52 \\ 9,5 & 10 & 5,52 \end{vmatrix} = -88,668$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 5,7 & 8,10 & 5 \\ 6,2 & 7,17 & 8 \\ 9,5 & 6,39 & 10 \end{vmatrix} = 88,221$$

$$a = \frac{Da}{D} = 1,41850$$

$$b = \frac{Db}{D} = -3,8717371$$

$$c = \frac{Dc}{D} = 3,851857$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Down yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = 1,41850a - 3,8717371b + 3,851857c \quad (4.7)$$

Di mana :

$x$  = volume cairan pH-Down (ml)

$a$  = volume air pada tandon (liter)

$b$  = nilai pH air tandon

$c$  = *setpoint* pH-Down

Kemudian dilakukan juga untuk cairan pH-Up. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-Up.

$$7,5a + 4,13b + 6,17c = 5 \quad (4.8)$$

$$6,5a + 6,17b + 6,94c = 8 \quad (4.9)$$

$$5,7a + 6,94b + 8,10c = 10 \quad (4.10)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ . Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 7,5 & 4,13 & 6,17 \\ 6,5 & 6,17 & 6,94 \\ 5,7 & 6,94 & 8,10 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 8 \\ 10 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 7,5 & 4,13 & 6,17 \\ 6,5 & 6,17 & 6,94 \\ 5,7 & 6,94 & 8,10 \end{vmatrix} = 20,86651$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 4,13 & 6,17 \\ 8 & 6,17 & 6,94 \\ 10 & 6,94 & 8,10 \end{vmatrix} = -10,0656$$

$$Db = \begin{vmatrix} 7,5 & 5 & 6,17 \\ 6,5 & 8 & 6,94 \\ 5,7 & 10 & 8,10 \end{vmatrix} = 19,738$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 7,5 & 4,13 & 5 \\ 6,5 & 6,17 & 8 \\ 5,7 & 6,94 & 10 \end{vmatrix} = 15,933$$

$$a = \frac{Da}{D} = -0,48238$$

$$b = \frac{Db}{D} = 0,945918$$

$$c = \frac{Dc}{D} = 0,763568$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Up yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = -0,48238a + 0,945918b + 0,763568c \quad (4.11)$$

Di mana :

x = volume cairan pH-Up (ml)

a = volume air pada tandon (liter)

b = nilai pH air tandon

c = *setpoint* pH-Up



Setelah mendapatkan Persamaan pemberian cairan *buffer* saat nilai pH di atas dan di bawah *setpoint*, persamaan yang digunakan sebagai program dalam pemberian cairan *buffer* adalah persamaan 4.7 dan 4.11 seperti pada Gambar 4.12. Untuk hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 4.5.

```
miliphdown = (1.41850*vol)+(-3.8717371*sensor[0])+(3.851857*sphup);
miliphup = (-0.48238*vol)+(0.945918*sensor[0])+(0.763568*sphdown);
timephup = ((1.303*miliphup+1.0364)*1000);
timephdown = ((1.303*miliphdown+1.0364)*1000);
```

Gambar 4. 12 Program Pengujian Air Pegunungan

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Pegunungan

Volume Tandon (Liter)	Nilai pH pada Tandon	Nilai <i>Setpoint</i>	Cairan <i>Buffer Solution</i>		pH Akhir	Keterangan
			pH - Up	pH - Down		
12,76	8,27	6 sampai 7	✗	✓	6,21	Sesuai
12,76	6,69	7 sampai 8	✓	✗	7,52	Sesuai
12,76	12,55	6 sampai 7	✗	✓	6,10	Sesuai
12,76	6,12	5 sampai 6		✓	5,42	Sesuai
12,76	5,42	6 sampai 6,5	✓	✗	5,42	Tidak Sesuai
12,76	6,25	4 sampai 5	✗	✓	5,8	Sesuai
12,76	5,8	4 sampai 5	✗	✓	4,84	Sesuai
12,76	4,84	4 sampai 5	✗	✗	4,84	Sesuai
12,76	4,84	5 sampai 6	✓	✗	5,41	Sesuai
12,76	5,41	5 sampai 6	✗	✗	5,40	Sesuai

Pengujian sistem ini dilakukan guna menguji kemampuan alat untuk mengendalikan nilai pH terhadap perubahan *setpoint*. Pada kolom keterangan bertujuan untuk menentukan hasil pengaturan apakah sudah sesuai dengan nilai *setpoint* yang diinginkan atau tidak. Berdasarkan hasil pengujian sistem pada Tabel 4.5 dalam 10 kali percobaan pengaturan pH terhadap nilai *setpoint*, terjadi satu kali kegagalan yakni pada nilai *setpoint* dari 6 sampai 6,5. Pada pengujian tersebut gagal dikarenakan isi pada botol cairan *buffer solution* habis. Tingkat keberhasilan dari pengujian ini adalah 90%.

#### 4.6 Pengujian dengan Air Mineral

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan air mineral yang memiliki merk *AQUA*. Untuk mendapatkan fungsi pengendalian kadar pH pada air mineral ini. Dilakukan dengan membaca nilai pH dengan mengalirkan air dari tandon menuju *box control* kemudian sensor membaca nilai pH. Kemudian secara bertahap ditambahkan beberapa mililiter cairan *buffer* untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Pemberian Cairan *Buffer* Menggunakan Air Mineral

Volume (Liter)	pH Awal	Cairan <i>Buffer</i> Solution		pH Akhir
		<i>Up</i> (ml)	<i>Down</i> (ml)	
10,36	8,7		5	8,2
10,36	8,2	5		9,5
10,36	9,5		1	9,1
10,36	9,1		1	8,6
10,36	7,6	1		8
10,36	8	1		8,2

Berdasarkan hasil pemberian cairan *buffer* pada Tabel 4.6 diambil 3 sampling data. Data tersebut digunakan untuk menentukan persamaan yang digunakan sebagai pengaturan pemberian cairan *buffer* pada tandon air secara otomatis. Persamaan yang didapat akan dimasukkan kedalam program STM32.

Dari ketiga sampling data tersebut setiap data diubah menjadi dengan 3 variabel. Pencarian persamaan ini dilakukan pada pemberian cairan pH-*Up* dan pH-*Down*. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-*Down*.

$$10,36a + 8,7b + 8,2c = 5 \quad (4.12)$$

$$10,36a + 9,5b + 9,1c = 1 \quad (4.13)$$

$$10,36a + 9,1b + 8,6c = 1 \quad (4.14)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ 10,36 & 8,7 & 8,2 \\ 10,36 & 9,5 & 9,1 \\ 10,36 & 9,1 & 8,6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 10,36 & 8,7 & 8,2 \\ 10,36 & 9,5 & 9,1 \\ 10,36 & 9,1 & 8,6 \end{vmatrix} = -0,4144$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 8,7 & 8,2 \\ 1 & 9,5 & 9,1 \\ 1 & 9,1 & 8,6 \end{vmatrix} = -4,48$$

$$Db = \begin{vmatrix} 10,36 & 5 & 8,2 \\ 10,36 & 1 & 9,1 \\ 10,36 & 1 & 8,6 \end{vmatrix} = 20,72$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 10,36 & 8,7 & 5 \\ 10,36 & 9,5 & 1 \\ 10,36 & 9,1 & 1 \end{vmatrix} = -16,576$$

$$a = \frac{Da}{D} = 0,0925$$

$$b = \frac{Db}{D} = -0,02$$

$$c = \frac{Dc}{D} = 0,025$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Down yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = 0,0925a - 0,02b + 0,025c \quad (4.15)$$

Di mana :

x = volume cairan pH-Down (ml)

a = volume air pada tandon (liter)

b = nilai pH air tandon

c = *setpoint* pH-Down

Kemudian dilakukan juga untuk cairan pH-Up. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-Up.

$$10,36a + 8,2b + 9,5c = 5 \quad (4.16)$$

$$10,36a + 7,6b + 8c = 1 \quad (4.17)$$

$$10,36a + 8b + 8,2c = 1 \quad (4.18)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 10,36 & 8,2 & 9,5 \\ 10,36 & 7,6 & 8 \\ 10,36 & 8 & 8,2 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 10,36 & 8,2 & 9,5 \\ 10,36 & 7,6 & 8 \\ 10,36 & 8 & 8,2 \end{vmatrix} = 4,9728$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 8,2 & 9,5 \\ 1 & 7,6 & 8 \\ 1 & 8 & 8,2 \end{vmatrix} = -6,24$$

$$Db = \begin{vmatrix} 10,36 & 5 & 9,5 \\ 10,36 & 1 & 8 \\ 10,36 & 1 & 8,2 \end{vmatrix} = -8,288$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 10,36 & 8,2 & 5 \\ 10,36 & 7,6 & 1 \\ 10,36 & 8 & 1 \end{vmatrix} = 16,576$$

$$a = \frac{Da}{D} = -0,79692$$

$$b = \frac{Db}{D} = -0,6$$

$$c = \frac{Dc}{D} = 0,3$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Up yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = -0,79692a - 0,6b + 0,3c \quad (4.19)$$

Di mana :

x = volume cairan pH-Up (ml)  
a = volume air pada tandon (liter)  
b = nilai pH air tandon  
c = *setpoint* pH-Up

Setelah mendapatkan Persamaan pemberian cairan *buffer* saat nilai pH di atas dan di bawah *setpoint*, persamaan yang digunakan sebagai program dalam pemberian cairan *buffer* adalah persamaan 4.15 dan 4.19 seperti pada Gambar 4.13. Untuk hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 4.7.

```
miliphdown = (0.0925*vol)+(-0.02*sensor[0])+(0.025*sphup);
miliphup = (-0.79692*vol)+(-0.6*sensor[0])+(0.3*sphdown);
timephup = ((1.303*miliphup+1.0364)*1000);
timephdown = ((1.303*miliphdown+1.0364)*1000);
```

Gambar 4. 13 Program Pengujian Air Mineral

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Mineral

Volume Tandon (Liter)	Nilai pH pada Tandon	Nilai <i>Setpoint</i>	Cairan <i>Buffer Solution</i>		pH Akhir	Keterangan
			pH - Up	pH - Down		
10,34	8,73	5 sampai 6	✗	✓	5,87	Sesuai
10,34	5,87	6 sampai 7	✓	✗	6,43	Sesuai
10,34	6,43	4 sampai 5	✗	✓	3,97	Tidak Sesuai
10,34	3,97	4 sampai 5	✓	✗	4,83	Sesuai
10,34	4,83	4 sampai 5	✗	✗	4,87	Sesuai
10,34	4,87	6 sampai 7	✗	✓	7,08	Tidak Sesuai
10,34	7,09	6 sampai 7	✗	✓	6,21	Sesuai
10,34	6,21	6 sampai 7	✗	✗	6,26	Sesuai
10,34	6,26	5 sampai 6	✗	✓	5,11	Sesuai
10,34	5,11	4 sampai 5	✗	✓	4,74	Sesuai

Pengujian sistem ini dilakukan guna menguji kemampuan alat untuk mengendalikan nilai pH terhadap perubahan *setpoint*. Pada kolom keterangan bertujuan untuk menentukan hasil pengaturan apakah sudah sesuai dengan nilai *setpoint* yang diinginkan atau tidak.

Berdasarkan hasil pengujian sistem pada Tabel 4.7 dalam 10 kali percobaan pengaturan pH terhadap nilai *setpoint*, terjadi dua kali kegagalan yakni pada nilai *setpoint* dari 4 sampai 5 dan dari 6 sampai 7. Pada pengujian nilai *setpoint* dari 4 sampai 5, kemungkinan kesalahan terjadi karena pada saat pemberian cairan pH-Down motor peristaltik mengalirkan cairan terlalu banyak sehingga pH akhir setelah pengendalian belum mampu memenuhi nilai *setpoint* yang diinginkan. Pada pengujian nilai *setpoint* dari 6 sampai 7, kemungkinan kesalahan terjadi karena pada saat pemberian cairan pH-Up motor peristaltik mengalirkan cairan terlalu banyak sehingga pH akhir setelah pengendalian melebihi nilai *setpoint* yang diinginkan. Tingkat keberhasilan dari pengujian ini adalah 80%.

#### 4.7 Pengujian dengan Air PDAM Surabaya

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan air PDAM Surabaya yang diambil pada kran. Untuk mendapatkan fungsi pengendalian kadar pH pada air PDAM ini. Dilakukan dengan membaca nilai pH dengan mengalirkan air dari tandon menuju *box control* kemudian sensor membaca nilai pH. Kemudian secara bertahap ditambahkan beberapa mililiter cairan *buffer* untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Pemberian Cairan *Buffer* Menggunakan Air PDAM

Volume (Liter)	pH Awal	<i>Buffer Solution</i>		pH Akhir
		<i>Up</i> (ml)	<i>Down</i> (ml)	
13,48	8,8		5	7,5
13,48	7,5	5		8,7
13,48	8,7		1	8,3
13,48	8,3		1	8
13,48	7,7	1		7,9
13,48	7,9	1		8,1

Berdasarkan hasil pemberian cairan *buffer* pada Tabel 4.8 diambil 3 sampling data. Data tersebut digunakan untuk menentukan persamaan yang digunakan sebagai pengaturan pemberian cairan *buffer* pada tandon air secara otomatis. Persamaan yang didapat akan dimasukkan kedalam program STM32.

Dari ketiga sampling data tersebut setiap data diubah menjadi dengan 3 variabel. Pencarian persamaan ini dilakukan pada pemberian

cairan pH-*Up* dan pH-*Down*. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-*Down*.

$$13,48a + 8,8b + 7,5c = 5 \quad (4.20)$$

$$13,48a + 8,7b + 8,3c = 1 \quad (4.21)$$

$$13,48a + 8,3b + 8c = 1 \quad (4.22)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 13,48 & 8,8 & 7,5 \\ 13,48 & 8,7 & 8,3 \\ 13,48 & 8,3 & 8 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 13,48 & 8,8 & 7,5 \\ 13,48 & 8,7 & 8,3 \\ 13,48 & 8,3 & 8 \end{vmatrix} = 4,718$$

$$Da = \begin{vmatrix} 13,48 & 8,8 & 7,5 \\ 13,48 & 8,7 & 8,3 \\ 13,48 & 8,3 & 8 \end{vmatrix} = 3,19$$

$$Db = \begin{vmatrix} 13,48 & 8,8 & 7,5 \\ 13,48 & 8,7 & 8,3 \\ 13,48 & 8,3 & 8 \end{vmatrix} = 16,176$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 13,48 & 8,8 & 5 \\ 13,48 & 8,7 & 1 \\ 13,48 & 8,3 & 1 \end{vmatrix} = -21,568$$

$$a = \frac{Da}{D} = 1,479$$

$$b = \frac{Db}{D} = 0,2917$$

$$c = \frac{Dc}{D} = -0,21875$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-*Down* yang

digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = 1,479a + 0,2917b - 0,21875c \quad (4.23)$$

Di mana :

$x$  = volume cairan pH-Down (ml)

$a$  = volume air pada tandon (liter)

$b$  = nilai pH air tandon

$c$  = *setpoint* pH-Down

Kemudian dilakukan juga untuk cairan pH-Up. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-Up.

$$13,48a + 7,5b + 8,7c = 5 \quad (4.24)$$

$$13,48a + 7,7b + 7,9c = 1 \quad (4.25)$$

$$13,48a + 7,9b + 8,1c = 1 \quad (4.26)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari  $a$ ,  $b$ , dan  $c$ . Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 13,48 & 7,5 & 8,7 \\ 13,48 & 7,7 & 7,9 \\ 13,48 & 7,9 & 8,1 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 13,48 & 7,5 & 8,7 \\ 13,48 & 7,7 & 7,9 \\ 13,48 & 7,9 & 8,1 \end{vmatrix} = 2,696$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 7,5 & 8,7 \\ 1 & 7,7 & 7,9 \\ 1 & 7,9 & 8,1 \end{vmatrix} = 0,04$$

$$Db = \begin{vmatrix} 13,48 & 5 & 8,7 \\ 13,48 & 1 & 7,9 \\ 13,48 & 1 & 8,1 \end{vmatrix} = -10,784$$



$$Dc = \begin{vmatrix} 13,48 & 7,5 & 5 \\ 13,48 & 7,7 & 1 \\ 13,48 & 7,9 & 1 \end{vmatrix} = 10,784$$

$$a = \frac{D_a}{D} = 67,4$$

$$b = \frac{D_b}{D} = -0,25$$

$$c = \frac{D_c}{D} = 0,25$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Up yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = 67,4a - 0,25b + 0,25c \quad (4.27)$$

Di mana :

x = volume cairan pH-Up (ml)

a = volume air pada tandon (liter)

b = nilai pH air tandon

c = *setpoint* pH-Up

Setelah mendapatkan persamaan pemberian cairan *buffer* saat nilai pH di atas dan di bawah *setpoint*, persamaan yang digunakan sebagai program dalam pemberian cairan *buffer* adalah persamaan 4.23 dan 4.27 seperti pada Gambar 4.14. Untuk hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 4.9.

```
miliphdown = (1.479*vol)+(0.2917*sensor[0])+(-0.21875*sphup);
miliphup = (67.4*vol)+(-0.25*sensor[0])+(0.25*sphdown);
timephup = ((1.303*miliphup+1.0364)*1000);
timephdown = ((1.303*miliphdown+1.0364)*1000);
```

Gambar 4. 14 Program Pengujian Air PDAM Surabaya

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air PDAM  
Surabaya

Volume Tandon (Liter)	Nilai pH pada Tandon	Nilai <i>Setpoint</i>	Cairan <i>Buffer Solution</i>		pH Akhir	Keterangan
			pH - <i>Up</i>	pH - <i>Down</i>		
11,73	8,8	6 sampai 7	✗	✓	6,83	Sesuai
11,73	6,83	6 sampai 7	✗	✗	6,83	Sesuai
11,73	6,83	4 sampai 5	✗	✓	3,43	Tidak Sesuai
11,73	3,43	4 sampai 5	✓	✗	4,89	Sesuai
11,73	4,89	4 sampai 5	✗	✗	4,91	Sesuai
11,73	4,91	6 sampai 7	✓	✗	6,35	Sesuai
11,73	6,35	7 sampai 8	✓	✗	8,03	Tidak Sesuai
11,73	8,06	7 sampai 8	✗	✓	7,26	Sesuai
11,73	7,26	7 sampai 8	✗	✗	7,21	Sesuai
11,73	7,21	5 sampai 6	✗	✓	5,73	Sesuai

Pengujian sistem ini dilakukan guna menguji kemampuan alat untuk mengendalikan nilai pH terhadap perubahan *setpoint*. Pada kolom keterangan bertujuan untuk menentukan hasil pengaturan apakah sudah sesuai dengan nilai *setpoint* yang diinginkan atau tidak. Berdasarkan hasil pengujian sistem pada Tabel 4.9 dalam 10 kali percobaan pengaturan pH terhadap nilai *setpoint*, terjadi dua kali kegagalan yakni pada nilai *setpoint* dari 4 sampai 5 dan dari 7 sampai 8. Pada pengujian nilai *setpoint* dari 4 sampai 5, kemungkinan kesalahan terjadi karena pada saat pemberian cairan pH-*Down* motor peristaltik mengalirkan cairan terlalu banyak sehingga pH akhir setelah pengendalian belum mampu memenuhi nilai *setpoint* yang diinginkan. Pada pengujian nilai *setpoint* dari 7 sampai 8, kemungkinan kesalahan terjadi karena pada saat pemberian cairan pH-*Up* motor peristaltik mengalirkan cairan terlalu banyak sehingga pH akhir setelah pengendalian melebihi nilai *setpoint* yang diinginkan. Tingkat keberhasilan dari pengujian ini adalah 80%.

#### 4.8 Pengujian dengan Air Pembuangan Pendingin Ruangan

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan air pembuangan dari *Air Conditioner* (AC). Untuk mendapatkan fungsi pengendalian kadar pH pada air pembuangan pendingin ruangan ini. Dilakukan dengan membaca nilai pH dengan mengalirkan air dari tandon menuju *box control* kemudian sensor membaca nilai pH. Kemudian secara

bertahap ditambahkan beberapa mililiter cairan *buffer* untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Pemberian Cairan *Buffer* Menggunakan Air Pembuangan Pendingin Ruangan

Volume (Liter)	pH Awal	Buffer Solution		pH Akhir
		Up (ml)	Down (ml)	
11,07	7,4		5	3,4
11,07	3,4	5		7,6
11,07	7,6		1	6,9
11,07	6,9		1	6,6
11,07	4,8	1		5,9
11,07	5,9	1		6,3

Berdasarkan hasil pemberian cairan *buffer* pada Tabel 4.10 diambil 3 sampling data. Data tersebut digunakan untuk menentukan persamaan yang digunakan sebagai pengaturan pemberian cairan *buffer* pada tandon air secara otomatis. Persamaan yang didapat akan dimasukkan kedalam program STM32.

Dari ketiga sampling data tersebut setiap data diubah menjadi dengan 3 variabel. Pencarian persamaan ini dilakukan pada pemberian cairan pH-*Up* dan pH-*Down*. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-*Down*.

$$11,07a + 7,4b + 3,4c = 5 \quad (4.28)$$

$$11,07a + 7,6b + 6,9c = 1 \quad (4.29)$$

$$11,07a + 6,9b + 6,6c = 1 \quad (4.30)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 11,07 & 7,4 & 3,4 \\ 11,07 & 7,6 & 6,9 \\ 11,07 & 6,9 & 6,6 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 11,07 & 7,4 & 3,4 \\ 11,07 & 7,6 & 6,9 \\ 11,07 & 6,9 & 6,6 \end{vmatrix} = 26,4573$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 7,4 & 3,4 \\ 1 & 7,6 & 6,9 \\ 1 & 6,9 & 6,6 \end{vmatrix} = 12,59$$

$$Db = \begin{vmatrix} 11,07 & 5 & 3,4 \\ 11,07 & 1 & 6,9 \\ 11,07 & 1 & 6,6 \end{vmatrix} = 13,248$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 11,07 & 7,4 & 5 \\ 11,07 & 7,6 & 1 \\ 11,07 & 6,9 & 1 \end{vmatrix} = -30,996$$

$$a = \frac{Da}{D} = 2,1015$$

$$b = \frac{Db}{D} = 1,997$$

$$c = \frac{Dc}{D} = -0,8536$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Down yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = 2,1015a + 1,997b - 0,8536c \quad (4.31)$$

Di mana :

x = volume cairan pH-Down (ml)

a = volume air pada tandon (liter)

b = nilai pH air tandon

c = *setpoint* pH-Down

Kemudian dilakukan juga untuk cairan pH-Up. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-Up.

$$11,07a + 3,4b + 7,6c = 5 \quad (4.32)$$

$$11,07a + 4,8b + 5,9c = 1 \quad (4.33)$$

$$11,07a + 5,9b + 6,3c = 1 \quad (4.34)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 11,07 & 3,4 & 7,6 \\ 11,07 & 4,8 & 5,9 \\ 11,07 & 5,9 & 6,3 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 11,07 & 3,4 & 7,6 \\ 11,07 & 4,8 & 5,9 \\ 11,07 & 5,9 & 6,3 \end{vmatrix} = 26,9001$$

$$Da = \begin{vmatrix} 11,07 & 3,4 & 7,6 \\ 11,07 & 4,8 & 5,9 \\ 11,07 & 5,9 & 6,3 \end{vmatrix} = -15,85$$

$$Db = \begin{vmatrix} 11,07 & 3,4 & 7,6 \\ 11,07 & 4,8 & 5,9 \\ 11,07 & 5,9 & 6,3 \end{vmatrix} = -17,712$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 11,07 & 3,4 & 7,6 \\ 11,07 & 4,8 & 5,9 \\ 11,07 & 5,9 & 6,3 \end{vmatrix} = 48,708$$

$$a = \frac{Da}{D} = -1,6972$$

$$b = \frac{Db}{D} = -1,51875$$

$$c = \frac{Dc}{D} = 0,55227$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Up yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = -1,6972a - 1,51875b + 0,55227c \quad (4.35)$$

Di mana :

x = volume cairan pH-Up (ml)

a = volume air pada tandon (liter)

b = nilai pH air tandon

c = *setpoint* pH-Up

Setelah mendapatkan persamaan pemberian cairan *buffer* saat nilai pH di atas dan di bawah *setpoint*, persamaan yang digunakan sebagai program dalam pemberian cairan *buffer* adalah persamaan 4.31 dan 4.35 seperti pada Gambar 4.15. Untuk hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 4.11.

```
milipdown = (2.1015*vol)+(1.997*sensor[0])+(-0.8536*sphup);  
miliphup = (-1.6972*vol)+(-1.51875*sensor[0])+(0.55227*sphdown);  
timephup = ((1.303*miliphup+1.0364)*1000);  
timephdown = ((1.303*milipdown+1.0364)*1000);
```

Gambar 4. 15 Program Pengujian Air Pembuangan Pendingin Ruangan

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Pembuangan Pendingin Ruangan

Volume Tandon (Liter)	Nilai pH pada Tandon	Nilai <i>Setpoint</i>	Cairan <i>Buffer Solution</i>		pH Akhir	Keterangan
			pH - Up	pH - Down		
9,87	7,4	4 sampai 5	✗	✓	4,38	Sesuai
9,87	4,38	5 sampai 6	✓	✗	5,56	Sesuai
9,87	5,56	6 sampai 7	✓	✗	7,09	Tidak Sesuai
9,87	7,09	6 sampai 7	✗	✓	6,22	Sesuai
9,87	6,22	6 sampai 7	✗	✗	6,27	Sesuai
9,87	6,27	5 sampai 6	✗	✓	5,09	Sesuai
9,87	5,09	4 sampai 5	✗	✓	4,41	Sesuai
9,87	4,41	5 sampai 6	✓	✗	5,73	Sesuai
9,87	5,73	6 sampai 7	✓	✗	7,16	Tidak sesuai
9,87	7,16	6 sampai 7	✗	✓	6,07	Sesuai

Pengujian sistem ini dilakukan guna menguji kemampuan alat untuk mengendalikan nilai pH terhadap perubahan *setpoint*. Pada kolom keterangan bertujuan untuk menentukan hasil pengaturan apakah sudah sesuai dengan nilai *setpoint* yang diinginkan atau tidak. Berdasarkan hasil pengujian sistem pada Tabel 4.11 dalam 10 kali percobaan pengaturan pH terhadap nilai *setpoint*, terjadi dua kali kegagalan yakni pada nilai *setpoint* dari 6 sampai 7. Pada pengujian nilai

*setpoint* dari 6 sampai 7, kemungkinan kesalahan terjadi karena pada saat pemberian cairan pH-*Up* motor peristaltik mengalirkan cairan terlalu banyak sehingga pH akhir setelah pengendalian belum mampu memenuhi nilai *setpoint* yang diinginkan. Tingkat keberhasilan dari pengujian ini adalah 80%.

#### 4.9 Pengujian dengan Air Distilasi (*Aquades*)

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan air destilasi (*Aquades*). Air destilasi ini didapatkan dari penguapan air biasa yang dipanaskan. Kemudian uap air dikumpulkan dengan metode kondensasi. Untuk mendapatkan fungsi pengendalian kadar pH pada air distilasi ini. Dilakukan dengan membaca nilai pH dengan mengalirkan air dari tandon menuju *box control* kemudian sensor membaca nilai pH. Kemudian secara bertahap ditambahkan beberapa mililiter cairan *buffer* untuk menaikkan atau menurunkan nilai pH. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Pemberian Cairan *Buffer* Menggunakan Air Distilasi

Volume (Liter)	pH Awal	Cairan <i>Buffer Solution</i>		pH Akhir
		<i>Up</i> (ml)	<i>Down</i> (ml)	
5,2	11,76		5	8,18
4,5	8,18		7	6,92
3,7	6,91		3	6,54
3,7	6,56	5		7,08
5	7,24	7		8,10
6,5	8,10	10		11,49

Berdasarkan hasil pemberian cairan *buffer* pada Tabel 4.12 diambil 3 sampling data. Data tersebut digunakan untuk menentukan persamaan yang digunakan sebagai pengaturan pemberian cairan *buffer* pada tandon air secara otomatis. Persamaan yang didapat akan dimasukkan kedalam program STM32.

Dari ketiga sampling data tersebut setiap data diubah menjadi dengan 3 variabel. Pencarian persamaan ini dilakukan pada pemberian cairan pH-*Up* dan pH-*Down*. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-*Down*.

$$5,2a + 11,76b + 8,18c = 5 \quad (4.36)$$

$$4,5a + 8,18b + 6,92c = 7 \quad (4.37)$$

$$3,7a + 6,91b + 6,54c = 3 \quad (4.38)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \begin{bmatrix} 5,2 & 11,76 & 8,18 \\ 4,5 & 8,18 & 6,92 \\ 3,7 & 6,91 & 6,54 \end{bmatrix} & = & \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 3 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 5,2 & 11,76 & 8,18 \\ 4,5 & 8,18 & 6,92 \\ 3,7 & 6,91 & 6,54 \end{vmatrix} = -8,67654$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 11,76 & 8,18 \\ 7 & 8,18 & 6,92 \\ 3 & 6,91 & 6,54 \end{vmatrix} = -70,9058$$

$$Db = \begin{vmatrix} 5,2 & 5 & 8,18 \\ 4,5 & 7 & 6,92 \\ 3,7 & 3 & 6,54 \end{vmatrix} = 9,542$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 5,2 & 11,76 & 5 \\ 4,5 & 8,18 & 7 \\ 3,7 & 6,91 & 3 \end{vmatrix} = 26,053$$

$$a = \frac{Da}{D} = 0,12237$$

$$b = \frac{Db}{D} = -0,9093$$

$$c = \frac{Dc}{D} = -0,333$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Down yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah Persamaan yang didapatkan :

$$x = 0,12237a - 0,9093b - 0,333c \quad (4.39)$$

Di mana :

x = volume cairan pH-Down (ml)

a = volume air pada tandon (liter)

b = nilai pH air tandon



$c = \text{setpoint pH-Down}$

Kemudian dilakukan juga untuk cairan pH-Up. Berikut adalah Persamaan untuk 3 data cairan pH-Up.

$$3,7a + 6,56b + 7,08c = 5 \quad (4.40)$$

$$5a + 7,24b + 8,1c = 7 \quad (4.41)$$

$$6,5a + 8,1b + 11,49c = 10 \quad (4.42)$$

Dari Persamaan tersebut dicari nilai dari a, b, dan c. Untuk penyelesaiannya menggunakan matriks dengan mencari determinan dari matrik. Berikut adalah penyelesaiannya :

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ 3,7 & 6,56 & 7,08 \\ 5 & 7,24 & 8,1 \\ 6,5 & 8,1 & 11,49 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 10 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} 3,7 & 6,56 & 7,08 \\ 5 & 7,24 & 8,1 \\ 6,5 & 8,1 & 11,49 \end{vmatrix} = -12,8957$$

$$Da = \begin{vmatrix} 5 & 6,56 & 7,08 \\ 7 & 7,24 & 8,1 \\ 10 & 8,1 & 11,49 \end{vmatrix} = -19,5288$$

$$Db = \begin{vmatrix} 3,7 & 5 & 7,08 \\ 5 & 7 & 8,1 \\ 6,5 & 10 & 11,49 \end{vmatrix} = 5,751$$

$$Dc = \begin{vmatrix} 3,7 & 6,56 & 5 \\ 5 & 7,24 & 7 \\ 6,5 & 8,1 & 110 \end{vmatrix} = -4,23$$

$$a = \frac{Da}{D} = 0,66$$

$$b = \frac{Db}{D} = -2,2423$$

$$c = \frac{Dc}{D} = 3,0486$$

Dari perhitungan didapatkan sebuah persamaan yang akan digunakan untuk menentukan berapa banyak cairan pH-Up yang digunakan untuk mencapai *setpoint* yang diinginkan. Berikut adalah persamaan yang didapatkan :

$$x = 0,66a - 2,2423b + 3,0486c \tag{4.43}$$

Di mana :

- x = volume cairan pH-Up (ml)
- a = volume air pada tandon (liter)
- b = nilai pH air tandon
- c = *setpoint* pH-Up

Setelah mendapatkan persamaan pemberian cairan *buffer* saat nilai pH di atas dan di bawah *setpoint*, persamaan yang digunakan sebagai program dalam pemberian cairan *buffer* adalah Persamaan 4.39 dan 4.43 seperti pada Gambar 4.16. Untuk hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 4.13.

```
miliphdn = (0.12237*vol)+(-0.9093*sensor[0])+(-0.333*sphup);
miliphup = (0.66*vol)+(-2.2423*sensor[0])+(3.0486*sphdown);
timephup = ((1.303*miliphup+1.0364)*1000);
timephdown = ((1.303*miliphdn+1.0364)*1000);
```

Gambar 4. 16 Program Pengujian Air Distilasi

Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Sistem Menggunakan Air Distilasi

Volume Tandon (Liter)	Nilai pH pada Tandon	Nilai Setpoint	Cairan Buffer Solution		pH Akhir	Keterangan
			pH - Up	pH - Down		
9,87	7,4	4 sampai 5	✗	✓	4,38	Sesuai
9,87	4,38	5 sampai 6	✓	✗	5,56	Sesuai
9,87	5,56	6 sampai 7	✓	✗	7,09	Tidak Sesuai
9,87	7,09	6 sampai 7	✗	✓	6,22	Sesuai
9,87	6,22	6 sampai 7	✗	✗	6,27	Sesuai
9,87	6,27	5 sampai 6	✗	✓	5,09	Sesuai
9,87	5,09	4 sampai 5	✗	✓	4,41	Sesuai
9,87	4,41	5 sampai 6	✓	✗	5,73	Sesuai
9,87	5,73	6 sampai 7	✓	✗	7,16	Tidak sesuai
9,87	7,16	6 sampai 7	✗	✓	6,07	Sesuai

Pengujian sistem ini dilakukan guna menguji kemampuan alat untuk mengendalikan nilai pH terhadap perubahan *setpoint*. Pada kolom keterangan bertujuan untuk menentukan hasil pengaturan apakah sudah sesuai dengan nilai *setpoint* yang diinginkan atau tidak. Berdasarkan hasil pengujian sistem pada Tabel 4.13 dalam 10 kali percobaan pengaturan pH terhadap nilai *setpoint*, terjadi dua kali kegagalan yakni pada nilai *setpoint* dari 6 sampai 7. Pada pengujian nilai *setpoint* dari 6 sampai 7, kemungkinan kesalahan terjadi karena pada saat pemberian cairan pH-*Up* motor peristaltik mengalirkan cairan terlalu banyak sehingga pH akhir setelah pengendalian belum mampu memenuhi nilai *setpoint* yang diinginkan. Tingkat keberhasilan dari pengujian ini adalah 80%.

Berdasarkan hasil yang di dapatkan dari beberapa pengujian terhadap beberapa jenis air. Kondisi awal pada setiap jenis air yang berbeda akan mempengaruhi perubahan dan pengendalian kadar air. Setelah beberapa cairan *buffer solution* ditambahkan pada setiap jenis air yang diuji dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Perubahan pH Terhadap Kondisi Awal Air

Jenis Air	pH Awal	Penambahan Cairan <i>Buffer Solution</i>		pH Akhir
		pH- <i>Up</i> (ml)	pH - <i>Down</i> (ml)	
Air Pegunungan	8,17		5	7,82
Air Mineral	7,26		5	6,89
Air PDAM Surabaya	8,44		5	7,85
Air Pembuangan Pendingin Ruangan	6,82		5	5,83
Air Distilasi	7,05		5	6,27

Berdasarkan Tabel 4.14 dari berbagai jenis air dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Air Pegunungan memiliki kondisi awal pH sebesar 8,17 dengan pemberian pH-*Down* sebanyak 5 ml maka pH berubah menjadi 7,82.
2. Air Mineral memiliki kondisi awal pH sebesar 7,26 dengan pemberian pH-*Down* sebanyak 5 ml maka pH berubah menjadi 6,89.

3. Air PDAM Surabaya memiliki kondisi awal pH sebesar 8,44 dengan pemberian *pH-Down* sebanyak 5 ml maka pH berubah menjadi 7,85.
4. Air Pembuangan Pendingin Ruangan memiliki kondisi awal pH sebesar 6,82 dengan pemberian *pH-Down* sebanyak 5 ml maka pH berubah menjadi 5,83.
5. Air Distilasi memiliki kondisi awal pH sebesar 7,05 dengan pemberian *pH-Down* sebanyak 5 ml maka pH berubah menjadi 6,27.

Sehingga dari hasil pengujian kondisi awal dari 5 jenis air tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi awal air yang mudah dikendalikan adalah Air Distilasi dan Air Pembuangan Pendingin Ruangan. Hal ini dikarenakan Air Destilasi dan Air Pembuangan Pendingin Ruangan adalah air yang memiliki senyawa murni sehingga mudah untuk dikendalikan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan-kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan Proyek Akhir ini, beserta saran-saran untuk perbaikan dan pengembangannya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perancangan dan pengujian dalam Pengendalian pH pada Kebun Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Hasil pengukuran sensor pH menunjukkan bahwa sensor telah terkalibrasi dengan benar, karena korelasi antara sensor pH dengan pH meter adalah 0,999.
2. Hasil sensor *wirewound* menunjukkan bahwa sensor telah terkalibrasi dengan benar, karena korelasi antara sensor *wirewound* dengan penggaris adalah 0,999.
3. Pengujian dengan menggunakan Air Pegunungan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 90%.
4. Pengujian dengan menggunakan Air Mineral memiliki tingkat keberhasilan sebesar 80%.
5. Pengujian dengan menggunakan Air PDAM Surabaya memiliki tingkat keberhasilan sebesar 80%.
6. Pengujian dengan menggunakan Air Pembuangan Pendingin Ruangan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 80%.
7. Pengujian dengan menggunakan Air Distilasi memiliki tingkat keberhasilan sebesar 80%.
8. Jenis air yang mudah di kontrol dalam perubahan nilai pH-nya adalah Air Distilasi dan Air Pembuangan Pendingin Ruangan.

#### **5.2 Saran**

Saran-saran yang dapat diberikan guna pengembangan dari Proyek Akhir ini diantaranya:

1. Memperbaiki pengendalian motor peristaltik guna meningkatkan keakuratan dalam pemberian cairan *buffer solution*.
2. Pemberian indikator pada botol cairan *buffer solution* guna mengetahui banyaknya cairan *buffer solution* yang tersedia.

3. Pemberian *setpoint* hanya dengan satu titik serta pengaturan batas atas dan bawah berdasarkan *setpoint* yang dimasukkan.
4. Penggunaan metode PID dalam pengendalian pH.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chang, Raymond. **Kimia Dasar Edisi Ketiga Jilid 1**. Jakarta. Erlangga. 2005.
- [2] Halim, Ir. Jimmy. **6 Teknik Hidroponik**. Jakarta . Penebar Swadaya. 2017.
- [3] Nalewajko, Czeslawa, Brian Colman, dan Mary Olaveson. **Effects of pH on Growth, Photosynthesis, Respiration, and Copper Tolerance of Three Scenedesmus Strains**. USA. HarperCollins. 1997.
- [4] Handayani, Peni dkk. **Teknik Pemeliharaan dan Perbaikan Sistem Elektronika Jilid 3**, Jakarta. Buku Paket SMK XI. 2010.
- [5] Mashudi dkk. “Modifikasi dan Uji Fungsi Pompa Peristaltik”. **Laporan Teknis**, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. 2011.
- [6] .....**Pengertian LCD (*Liquid Crystal Display*) dan Prinsip Kerja LCD**, <https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-disp-lay-prinsip-kerja-lcd/>, 13 Mei 2019.
- [7] Kurniawan, Agus. **Getting Started With STM32 Nucleo Development**. Jakarta. Text Book STMicrocontroller. 2016.
- [8] ..... **Atollic TrueSTUDIO for STM32**, <https://www.st.com/en/developmenttools/truestudio.html>, 4 Juni 2019.
- [9] Fauzi, Amani, Dkk. “Alat Ukur Kualitas Air Minum dengan Parameter pH, Suhu, Tingkat Kekeruhan, dan Jumlah Padatan Terlarut”. Universitas Malikussaleh, **Jurnal Teknologi Kimia**, Vol. 4 No.2, Hal. 27-35. 2015.
- [10] Retnowati, Priscilla. **Seribu Pena Kimia SMA Kelas XI Jilid 2**. Jakarta. Erlangga. 2005.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



## LAMPIRAN

```
#include "main.h"

/* Private includes -----
*/
/* USER CODE BEGIN Includes */
#include "dwt_stm32_delay.h"
#include "string.h"
#include "stdio.h"
#include "stdlib.h"
#include "i2c-lcd.h"
#include "stdbool.h"

int data_adc[3],temp[251], rataph, ratatds, ratalevel,
timetds,timephup,timephdown;
char kirim[50];
float nilai[4], sensor[4], miliphup, miliphdown, militds, stds, sphup,
sphdown;
int flag = 0;
int flagph = 0;
int x = 0;
int y = 0;
int counter = 0;
float vol = 9.48;
char data1[5],data2[5],data3[7];
uint8_t terima[18];
bool flagt = false;

GPIO_InitTypeDef GPIO_initStruct;
void HAL_UART_RxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
{
    HAL_UART_Receive_IT(&huart3, terima, sizeof(terima));
}

void gpio_set_input (void)
{
    GPIO_initStruct.Pin = GPIO_PIN_1;
    GPIO_initStruct.Mode = GPIO_MODE_INPUT;
```

```

    GPIO_initStruct.Pull = GPIO_PULLUP;
    HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_initStruct);

}

void gpio_set_output (void)
{
    GPIO_initStruct.Pin = GPIO_PIN_1;
    GPIO_initStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
    GPIO_initStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
    GPIO_initStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
    HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_initStruct);
}
uint8_t check =2, temp_l, temp_h;
uint16_t temper;
float temperature;

uint8_t ds18b20_init (void)
{
    gpio_set_output ();
    HAL_GPIO_WritePin (GPIOA, GPIO_PIN_1, 0);
    DWT_Delay_us (480);

    gpio_set_input ();
    DWT_Delay_us (80);

    if (!(HAL_GPIO_ReadPin (GPIOA, GPIO_PIN_1)))
    {
        DWT_Delay_us (400);
        return 0;
    }

    else
    {
        DWT_Delay_us (400);
        return 1;
    }
}

```

```

}

void write (uint8_t data)
{
    gpio_set_output (); // set as output

    for (int i=0; i<8; i++)
    {

        if ((data & (1<<i))!=0) // if the bit is high
        {
            // write 1

            gpio_set_output (); // set as output
            HAL_GPIO_WritePin (GPIOA, GPIO_PIN_1, 0); // pull the pin
            LOW
            DWT_Delay_us (1); // wait for us

            gpio_set_input (); // set as input
            DWT_Delay_us (60); // wait for 60 us
        }

        else // if the bit is low
        {
            // write 0
            gpio_set_output ();
            HAL_GPIO_WritePin (GPIOA, GPIO_PIN_1, 0); // pull the pin
            LOW
            DWT_Delay_us (60); // wait for 60 us

            gpio_set_input ();
        }
    }

}

uint8_t read (void)
{
    uint8_t value=0;

```

```

gpio_set_input ();

for (int i=0;i<8;i++)
{
    gpio_set_output (); // set as output

    HAL_GPIO_WritePin (GPIOA, GPIO_PIN_1, 0); // pull the data
    pin LOW
    DWT_Delay_us (2); // wait for 2 us

    gpio_set_input (); // set as input
    if (HAL_GPIO_ReadPin (GPIOA, GPIO_PIN_1)) // if the pin is
    HIGH
    {
        value |= 1<<i; // read = 1
    }
    DWT_Delay_us (60); // wait for 60 us
}
return value;
}

int main(void)
{
    HAL_Init();
    MX_GPIO_Init();
    MX_DMA_Init();
    MX_ADC1_Init();
    MX_TIM1_Init();
    MX_USART3_UART_Init();
    MX_I2C1_Init();

    HAL_ADC_Start_DMA(&hadc1,(uint32_t*)data_adc,3);
    HAL_TIM_PWM_Start(&htim1,TIM_CHANNEL_1);
    HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim1);
}
while (1)
{
    /* USER CODE END WHILE */

```

```

/* USER CODE BEGIN 3 */

HAL_UART_Receive_IT(&huart3, terima, sizeof(terima));
if(terima[0]=='p')
{

memcpy(data1,terima+1,5);
sphup = atof(data1);

memcpy(data2,terima+6,5);
sphdown = atof(data2);

memcpy(data3,terima+11,7);
stds = atof(data3);
}

HAL_GPIO_TogglePin(LD2_GPIO_Port,LD2_Pin);

//float rumus= 0.0016*data_adc[0];
rataph = 0;
ratatds = 0;
ratalevel = 0;
// Sensor pH
for(int i=0 ; i<250 ; i++)
{
temp[i] = data_adc[0];
rataph = temp[i]+rataph;

HAL_Delay(2);
}
nilai[0] = rataph/250;
sensor[0] = ((-2e-08)*nilai[0]*nilai[0]) + (0.0033*nilai[0])+1.9873;
x++;
y++;
// Sensor TDS
for(int i=0 ; i<250 ; i++)
{
temp[i] = data_adc[1];

```

```

    ratatds = temp[i]+ratatds;

    HAL_Delay(2);
    }
    nilai[1] = ratatds/250;
    sensor[1] = ((8e-05)*nilai[1]*nilai[1]) + (0.2731*nilai[1])+27.936;
    x++;
    y++;
    // Sensor Water Level
    for(int i=0 ; i<250 ; i++)
    {
        temp[i] = data_adc[2];
        ratalevel = temp[i]+ratalevel;
        HAL_Delay(2);
    }
    nilai[2] = ratalevel/250;
    sensor[2] = nilai[2]/99.8;
    x++;
    y++;

    // Sensor TemperaturDS18b20
    check = ds18b20_init ();
    write (0xCC);
    write (0x44);
    HAL_Delay (800);
    ds18b20_init ();
    write (0xCC);
    write (0xBE);
    temp_l = read();
    temp_h = read();
    temper = (temp_h<<8)|temp_l;
    sensor[3] = (float)temper/16;

    sprintf(kirim,"%5.2f%7.2f%5.2f%7.2f\n",sensor[0],sensor[1],sensor[
2],sensor[3]);

    HAL_UART_Transmit(&huart3,(uint8_t*)kirim,sizeof(kirim),50);

```

```

HAL_Delay(100);
//TIM1->CCR1=128;
// Kontrol
    militds = (0.01681*vol)+(-0.1595*sensor[1])+(0.1655*stds);
    if (militds<0){ militds=militds*(-1);}
miliphdown = (-1.18*vol)+(2.58*sensor[0])+(-0.7*sphup);
miliphup = (0.65*vol)+(0.87*sensor[0])+(1.92*sphdown);
timephup = ((1.303*miliphup+1.0364)*1000);
timephdown = ((1.303*miliphdown+1.0364)*1000);

//inject pHUp
(sensor[0]<=sphdown && flagph == 1 && timephup !=0)
{
    if (timephup<0){timephup=timephup*(-1);}

HAL_GPIO_WritePin(GPIOB, pHUp_Pin, GPIO_PIN_SET);

HAL_Delay(timephup);
y=0;
flagph=0;
}
else
{
HAL_GPIO_WritePin(GPIOB, pHUp_Pin, GPIO_PIN_RESET);
}

// inject phdown

if (sensor[0]>=sphup && flagph == 1)

{

HAL_GPIO_WritePin(GPIOB, pHDown_Pin, GPIO_PIN_SET);
HAL_Delay(timephdown);
y=0;
flagph=0;
}
else
{

```

```

HAL_GPIO_WritePin(GPIOB, pHDown_Pin, GPIO_PIN_RESET);
}

// inject nutrisi a dan nutrisi b

if (sensor[1]<=stds && flag == 1)
{
timetds = ((1.303*militds+1.0364)*1000)/2;
HAL_GPIO_WritePin(GPIOC, NUTRISIA_Pin, GPIO_PIN_SET

HAL_Delay(timetds);
HAL_GPIO_WritePin(GPIOC, NUTRISIB_Pin, GPIO_PIN_SET);
HAL_Delay(timetds);                                timetds = 0;
x=0;
flag=0;

}
else
{
HAL_GPIO_WritePin(GPIOC, NUTRISIA_Pin,
GPIO_PIN_RESET);
HAL_GPIO_WritePin(GPIOC, NUTRISIB_Pin,
GPIO_PIN_RESET);
}

if(x>=120)
{
x = 125;
flag = 1;
}
if(y>=200)
{
y = 208;
flagph = 1;
}
}

```



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Noval Niko Harmanto  
TTL : Surabaya, 23 November 1997  
Jenis Kelamin : Laki – Laki  
Agama : Islam  
Alamat Rumah : Asem Jaya IV/22 RT. 004  
RW. 004, Tembok Dukuh,  
Bubutan, Surabaya  
Telp/HP : +62859 6798 9731  
E-mail : novalnikoh@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2002 – 2004 : TK Aisyiyah Bustanul Athfal
2. 2004 – 2010 : SDN III Petiken Gresik
3. 2010 – 2013 : SMPN 28 Surabaya
4. 2013 – 2016 : SMAN 9 Surabaya
5. 2016 – 2019 : Departemen Teknik Elektro  
Otomasi Program Studi  
Komputer Kontrol -  
Fakultas Vokasi (FV)  
Institut Teknologi Sepuluh  
Nopember (ITS)

### PENGALAMAN KERJA :

Magang di Bengkel Elektronika Sistem Kontrol pada Divisi Kapal Perang PT. PAL INDONESIA (PERSERO) Agustus – Desember 2019.

### PENGALAMAN ORGANISASI :

1. Staff Big Event Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Elektro ITS 2017 – 2018.
2. Kepala Biro Internal Big Event Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Elektro ITS 2018 – 2019.

